

EMÜ Põllumajandus-ja keskkonnainstituut

Aianduse osakond

Ülle Välk

**BIOSTIMULANTIDE KASUTAMINE VIIRPUU
(*CRATAEGUS* JACQ. EM. LINDM.) ISTIKUTE
KASVATAMISEL**

**USING BIOSTIMULANTS ON YOUNG PLANTS OF HAWTHORN
(*CRATAEGUS* JACQ. EM. LINDM.)**

Magistritöö
Aianduse õppekava

Juhendaja: dotsent Leila Mainla, *PhD*

Tartu 2019

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Ülle Välk		Õppekava: Aiandus	
Pealkiri: Biostimulantide kasutamine viirpuu (<i>Crataegus</i> Jacq. em. Lindm.) istikute kasvatamisel			
Lehekülgi: 47	Jooniseid: 13	Tabeleid: 3	Lisasid: 1
Osakond: Aianduse			
Uurimisvaldkond: 1.6. Põllumajandusteadus			
Juhendaja: Leila Mainla, <i>PhD</i>			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2019			
<p>Viirpuu on dekoratiivsete omadustega puittaim, mis sobib kasvatada linnahaljastuses ja koduaias soolotaimena, vabakujulisena või pügatud hekitaimena. Viirpuud hinnatakse just tema õiterohkuse ja vastupidavuse poolest. Viirpuu paljundamisel ja istiku kasvatamisel on probleemiks poogendi kasv esimesel aastal ja aluse halb juurdumine potis. Katsed biostimulantidega teistel liikidel on andnud positiivseid tulemusi parandades oluliselt taimede vegetatiivset ja juurte kasvu. Suurenenud on ka taimekasvatajate huvi looduslike ja keskkonnasõbralike kasvu parandavate preparaatide vastu ning tootmises soovitakse neid kasutada aina rohkem. Samuti on ettevõtetele oluline enne kasutuselevõttu teada saada müügil olevate biostimulantide tõhusus.</p> <p>Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada erinevate biostimulantidega kastmise mõju üheemakasele viirpuule (<i>C. monogyna</i>) poogitud tõmbilehise viirpuu (<i>C. laevigata</i>) sordi 'Paul's Scarlet' kasvule. Katses kasutatavateks biostimulantideks olid TrianumP, Humistar, Radifarm ja RuterAA.</p> <p>Saadud tulemustest võib järeldada, et biostimulantidega kastmine ei soodustanud oluliselt viirpuu poogendi järjepidevat kasvu kuna mõju oli kasvuperioodil erinev. Võrreldes kontrollvariandiga oli mõne biostimulandi mõju pigem negatiivne. 2018.a. katsetulemuste põhjal ei saa katses kasutatud biostimulantide kasutamist tõmbilehise viirpuu sordi 'Paul's Scarlet' istikute kasvatamiseks soovitada kuna mõju ei olnud kasvuperioodi vältel ühesugune.</p>			

Katse teine hüpotees leidis aga kinnitust ja biostimulantidega kastmine soodustas istikute N, K ja Ca omastamist substraadist: RuterAA soodustas N omastamist, Radifarm K, Humistar K ja Ca.

Märksõnad: biostimulant, viirpuu, toiteelemendid

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Ülle Välk		Speciality: Horticulture	
Title: Using biostimulants on young plants of hawthorn (<i>Crataegus</i> Jacq. em. Lindm)			
Pages: 47	Figures: 13	Tables: 3	Appendixes: 1
Department: Horticulture Field of research: 1.6 Agricultural research Supervisors: Leila Mainla, <i>PhD</i> Place and date: Tartu 2019			
<p>The hawthorn is a woody plant with ornamental properties and is suitable for growing as a single tree, free-form or pruned hedge plant in urban greenery and in a home garden. The hawthorn is valued for the abundance of flowers and durability. The problem with hawthorn propagation and seedling growth is the growth of the graft in the first year and the poor rooting of the base in the pot. Researches done with different biostimulants on other species have shown significant positive effects on vegetative and root growth. The interest of plant growers on natural and nature friendly growth promoters has also increased and they are willing to use them in production. However, it is important for companies to know the effectiveness of the biostimulants available in the market.</p> <p>The aim of the current study was to determine the effect of irrigation with different biostimulants on the growth midland hawthorn's (<i>C. laevigata</i>) cv 'Paul's Scarlet' grafted on common hawthorn (<i>C. monogyna</i>). The biostimulants used in the experiment were TrianumP, Humistar, Radifarm and RuterAA.</p> <p>From the results obtained, it can be concluded that irrigation with biostimulants did not promote consistent growth of the hawthorn grafts during the growing period. The effect was rather negative compared to the control. Based on the results of the 2018 trial, the use of the biostimulants used in the experiment for growing young plants of 'Paul's Scarlet' cannot be recommended as the influence was not consistent during the growing period.</p>			

However, the second hypothesis of the experiment was confirmed and irrigation with biostimulants promoted the uptake of N, K and Ca seedlings from the substrate: RuterAA promoted N, Radifarm K, Humistar K and Ca uptake.

Keywords: biostimulant, hawthorn, nutrients

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	10
1.1 Humiinained ja nende mõju taimedele	10
1.2 Vetikaekstraktid ja nende mõju taimedele	11
1.3 Efektiivsed mikroorganismid ja nende mõju taimedele	12
2. VIIRPUU JA TEMA KASVUNÕUDED	14
3. MATERJAL JA METOODIKA	18
3.2 Katses kasutatud biostimulandid ja taimne materjal.....	19
3.3 Katses teostatud vaatlused ja keemilised analüüsid	22
3.4 Meteoroloogilised tingimused	23
3.5 Andmetöötlus.....	24
4. TULEMUSED	25
4.1 Poogendi kõrgus	25
4.2 Poogendi jämedus	27
4.3 SPAD näit	28
4.4 Elektrijuhtivus.....	30
4.5 Kasvusubstraadi ja lehtede mineraalelementide sisaldus	33
5. ARUTELU	36
5.1 Biostimulantidega kastmise mõju viirpuu poogendi vegetatiivsele kasvule	36
KOKKUVÕTE	42
KASUTATUD KIRJANDUS	43
LISAD	47
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	47

SISSEJUHATUS

Viirpuu on puittaimede hulgas üks liigirohkemaid perekondi. Teadlased on kirjeldanud üle 1500 viirpuu (*Crataegus L.*) liigi. Liikide ja teisendite kirjeldamine aktiveerus eelmise sajandi alguses. Teadaolevat suurem osa liike leidub Põhja-Ameerikas, kus on kirjeldatud ligikaudu 1100 liiki ja teisendit. Liikide arvu suurenemine viirpuude perekonnas ei ole seotud ainult uute liikide tekkimisega, pigem on liigirohkus seotud liikide määramise täiustumisega, mille tulemusena on mõni liik jagatud kaheks, kolmeks või isegi rohkemaks liigiks. Näitena saab tuua üheemakase viirpuu, kuhu varem kuulusid kõik viirpuud, mille õitel oli üks emakakael ning viljadel üks seeme. Levinumateks liikideks on harilik viirpuu (*C. rhipidophylla*), üheemakaline viirpuu (*C. monogyna*) ning karvane viirpuu (*C. submollis*). Enamik viirpuu liike kasvab kõrgete põõsastena, osad isendid on kas madalad või kõrgemad puud. (Laas 1998)

Viirpuu paljundamisel ja istiku kasvatamisel on probleemiks poogendi kasv esimesel aastal ja aluse halb juurdumine potis. Ettevõtetele on aga oluline teada saada turule tulevate biostimulantide tõhusus enne nende kasutuselevõttu.

du Jardin (2015) kirjutab, et biostimulandiks nimetatakse mis tahes ainet või mikroorganismi, mida kasutatakse taimedel, eesmärgiga suurendada taimede toitumisvõimet, abiootilist stressi taluvust ning samuti põllukultuuride kvaliteedi tunnuseid, mis parandavad omakorda mulla omadusi ja soodustavad erinevate mikroorganismide arengut, mille kaudu paraneb taimedel omakorda vee omastamise võime. du Jardini arvates ei tohiks biostimulanti nimetada tooteks.

Uuringud on näidanud, et biostimulantides kasutatavad ühendid võivad töötada nii mulla tingimustes, kui taimekudedes. Biostimulant sõna võtsid kasutusele esmakordselt aiandusspetsialistid, kirjeldades biostimulanti kui taime kasvu soodustava ainena (du Jardin 2015).

EBIC 2018 kodulehel on viidatud, et biostimulant on kui kaubanduslik toode, mis sisaldab erinevaid aktiivseid koostisosi.

Kuna taimekasvatajate huvi on suurenenud just looduslike ja keskkonnasõbralike preparaatide osas, siis kasutatakse neid taimede kasvatamisel aina rohkem. Samuti on puukoolides kasvatavatel taimedel oluline taimekvaliteet, seda eelkõige ettevõtete turul konkureerimise osas (Szydło, Pacholczak 2008).

Mujal maailmas on biostimulantide mõju ilutaimedele, rohkem püsikutele ja suvikutele ning vähem puitunud taimedele, mõningal määral uuritud, kuid Eestis mitte.

Poolas 2008. aastal läbi viidud katses hinnati biopreparaadi Asahi SL ja väetise Osmocote 5–6M mõju puishortensia (*Hydrangea arborescens* L.) sordi 'Anabelle' kasvule. Nii Asahi SL kui ka Osmocote 5–6M mõjutasid oluliselt taimede kasvu. (Szydlo, Pacholczak 2008)

Küll aga on Eestis tehtud erinevaid katseid biostimulantide mõjust teistel kultuuridel. 2017 aastal Jõgevamaal, Tooma talu tootmispõllul läbiviidud katses selgus, et NPK väetislahus vabade aminohapete ja mikroelementidega (RuterAA) kasutamisel oli positiivne mõju küüslaugu saagikuse kujunemisele ning kasvule (Pai 2017). Samuti on tehtud katse kus on selgunud, et humiinpreparaatide kasutamine võib mõjutada hariliku sibula `Stuttgarter Riesen` kasvu suurusrühma, kus >6 cm läbimõõduga sibulaid esines biostimulante kasutatud variantides Amalgerol (kogusaagist 38%), Delfan Plus (32%), Fylloton (32%) kõige enam, võrreldes kontrollvariandiga, kus >6cm sibulate osakaal oli vaid 21% kogusaagist (Pulk 2015).

2019 aastal tehtud katses, kus uuriti erinevate maheviljeluses lubatud biostimulaatorite mõju mahe musta sõstra viljade keemilisele koostisele ja saagikusele leiti, et biostimulaatorit, mis mõjuks ühtviisi positiivselt kõikidele uuritud näitajatele, üheselt välja tuua ei saanud. Antud uurimustöös selgus, et paremaid tulemusi saadi biostimulant Folicist kasutamisel – see mõjutas positiivselt nii marja massi, marja rakumahlas lahustunud kuivaine sisaldust, kui ka orgaaniliste hapete sisaldust. (Looga 2019)

Lähtuvalt eelnevast püstitasin uurimustöö hüpoteesid:

1. Biostimulantidega kastmine soodustab viirpuu poogendi kasvu.
2. Biostimulantidega kastmine soodustab istikute toitainete omastamist substraadist.

Käesoleva uurimustöö eesmärk:

- välja selgitada erinevate biostimulantidega kastmise mõju üheemakasele viirpuule (*C. monogyna*) poogitud tömbilehise viirpuu (*C. laevigata*) sordi `Paul`s Scarlet` kasvule

Käesolevale uurimistööle kaasa aitamise eest soovin tänada oma juhendajat dotsent Leila Mainla't, Eesti Maaülikooli taimebiokeemia laboratooriumi ja Veronika Sulge abi eest. Samuti tänan Tiit Juhanit, kelle ettevõttes Juhani Puukool katse läbi viidi. Katse viidi läbi projekti "Ilutaimed: ilutaimede kasvu parandamine biostimulantidega" raames, mida rahastas Eesti maaelu arengukava (2014-2020) Innovatsiooniklaster.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Euroopa Standardikomitee (CEN) on alustanud 2018 aastal tööd erinevate protsesside ja meetoditega, mis on aluseks ühtlustatud Euroopa standarditele, biostimulantide tootestamisel Euroopa Liidu väetustoodete määruse (EL) 2019/1009 alusel. Biostimulantide tootestamine hõlmab nimiväärtuste standardiseerimist, biostimulantide spetsifikatsioone, märgistamist, katsemeetodeid, toote väidete kontrollimist ja ohutusnõudeid. Samas on märgitud, et toodete puhul, mis parandavad toitainete (eriti mikroorganismide) kättesaadavust, võivad katsete kavandamisel mullatüübid ja tingimused olla isegi põllukultuuri tüübist olulisemad (Ricci jt 2019).

Bulgari jt (2015) on välja toonud, et biostimulante tuleks klassifitseerida vastavalt nende toimele taimedes või mis veelgi parem, taime füsioloogiliste reaktsioonide, mitte nende koostise põhjal.

2019 aastal ilmunud artiklis on märgitud, et biostimulante ei tohiks kasutada stressirohketes olukordades, kus preparaadi otsene mõju biotilisele stressile puudub, vaid need tuleks registreerida taimekaitsevahendina (Bulgari jt 2019).

Biostimulante saab liigitada toimeaine järgi kolme põhirühma: hapete (humiin, fulvo-, aminohape), ekstraktide (mereadru), -ja mikroorganismide (*Rhizobium*) põhised (du Jardin 2015)

1.1 Humiinained ja nende mõju taimedele

Humiinained on mulla orgaanilise koostise looduslikud koostisosad, mis tekivad taime-, looma- ja mikroobjääkide lagunemise tulemusel (du Jardin 2015). Looduslikes elukeskkondades on humiainetel väga oluline roll eelkõige mulla struktuursuse, poorsuse ja veehoiuvõime tagamisel (Pettit 2012). Pettit (2012) on kirjeldanud, et humiinained jagatakse lahustuvuse alusel kolme rühma, milleks on humiinid, humiinhapped ning fulvohapped.

Kosobucki ja Buszewski (2015) on kirjutanud, et orgaanilise ainega toimub mullas samaaegselt humifikatsioon ja mineralisatsioon ning humiinained tekivad

humifikatsiooniprotsessi tulemusel. Mulla viljakuse tagamiseks on olulised humiinsed ained, mis omakorda mõjutavad mulla füüsikalisi, füüsikalis-keemilisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi. Enamik humiainete biostimuleerivaid mõjusid on seotud just juure toitumise kaasaaitamisel, erinevate protsesside abil (du Jardin 2015).

Erinevate kirjandus allikate põhjal on arvatud, et humiained sisaldavad auksiine, mis on olulised taime kasvuhormoonid ning mis omakorda soodustavad pikkuse, kasvu ja külgmiste juurte tekkimist. Maksimov (1952) on käsitlenud auksiini tähelepanuväärset omadust, kus auksiin tugevdab taimekasvu vaid seni, kui teda on vähe (sajandikud või isegi tuhandikud milligrammid kogu idandi kohta). Kui auksiini on lubatust rohkem, siis tekib idandil vastupidine reaktsioon ja kasv pidurdub.

Calvo (2014) on välja toonud, et enamik humiaineid omavad biostimuleerivaid mõjusid, mis viitavad juure toitumise kaasa aitamisele erinevate mehhanismide abil. Ühena neist toob ta välja parema makro- ja mikrotoitainete omastamise polüanioonses protsessis humiainetes sisaldava mulla suurenenud katiooni vahetuse ja humiainete kokkupuutel kaltsiumfosfaadi sademega fosfori suurenenud kättesaadavuse tõttu.

1.2 Vetikaekstraktid ja nende mõju taimedele

Loodusliku merevetika kasutamine põllumajanduses orgaanilise aine allikana ja väetisena on küllaltki vana tava, kuid vetikale omaseid biostimulantseid mõjusid on märgatud alles hiljuti (du Jardin 2015).

Razzak (2013) on kirjeldanud, et vetikaliikide koostis on erinev, mis omakorda tähendab, et vetikaliigi valik on väga oluline ning eesmärgi valikul tuleks sellega arvestada.

Taimsete vetikaekstraktide tootmisel kasutatakse erinevaid vetikaliike. Läänemere vetikatel on mõned eeliseid võrreldes ookeanidest traalitavate või väljauhutavate vetikatega –see on seotud mere soolsusega. Soolases merevees olevad vetikad tuleb enne tootmisprotsessi suunamist läbi pesta ja eemaldada sealt naatriumkloriid, kuna naatrium, kui kloriid-ioon pärsib teiste toitelementide transporti taimedes. Puna- ja pruunvetikad paistavad silma teatava taimehormoonide rühma, tsütokiniinide, kõrge sisaldusega. Koos auksiinidega määravad tsütokiniinid taimede kasvu ja arengu. Vetikatest pärinevad kasvustimulaatorid on eeldatavalt efektiivsemad leheväetiste kujul, kuid toimivad ka juurte kaudu. Paljud taimed

vajavad normaalseks arenguks sümbiootilisi mikroorganisme. On näidatud, et üheks stimulaatoriks, millega mikroorganismid taimi mõjutavad, on just needsamad tsütokiniinid. Peale taimehormoonide stimuleerivad taimi ka vetikate lagunemisel vabanevad aminohapped (Reinik jt 2018).

Calvo (2014) toob välja, et ekstraktide tootjad oma tootmisprotsessi ei avalda, kuna ekstrakti keemiline koostis sõltub nii ekstraheerimise meetodist, kui ka kemikaalidest, mida tootmisprotsessis kasutatakse. Seega samast toorainest saadud ekstrakti omadused võivad suuresti erineda (Battacharyya jt 2015). EBIC 2018 kodulehel on väljatoodud, et vetikaekstrakti toorainena kasutatakse samuti jäätmeid (sh merevetikate ja krevettide rümpasid).

Erinevate kirjandusallikate põhjal on vetikaekstraktid juba väikestes kogustes võimelised taimedele mõjuma. Näiteks parandavad need taimede kasvu, soodustavad õitsemist, suurendavad saaki, parandavad saagi kvaliteeti ning toitainete sisaldust ja säilivust. Kuna merevetikad on taimekasvu soodustavate omadustega, siis on need muutunud nii põllumajanduses, kui ka aianduses orgaanilistest väetistest olulisemaks, kuna suurendavad taimede tolerantsust paljude abiootiliste stressifaktorite suhtes, nagu soolsus, põud ja äärmuslikud temperatuurid. Arvatakse, et taimede kasvu soodustav mõju tuleneb vetikaekstraktides leiduvatest taime kasvuregulaatoritest (Battacharyya jt 2015).

Battacharyya (2015) toob välja, et vetikaekstraktid on aianduses kõige enam kasutatavad vetikaproduktid. Need võivad olla kas vedelal kujul või lahustuva pulbrina. Vedelekstrakte antakse taimede juurte ligidale segatuna kastmisveega. Vetikaekstrakte kasutatakse ka taimede lehekaudseks väetamiseks. Kõige efektiivsemaks on see osutunud hommikul, kui taimede õhulõhed on avatud. Vetikaekstraktide efektiivsus sõltub omakorda taimede kasvufaasist.

1.3 Efektiivsed mikroorganismid ja nende mõju taimedele

Efektiivsed mikroorganismid on üheks taimekasvu stimulaatoriks. Nende hulgas on fotosünteesivad bakterid, piimhappebakterid, pärmid, aktinomütseedid ja seened perekondadest *Aspergillus* ja *Penicillium* (Higa, Parr 1994).

Olle (2013a) on kirjutanud, et efektiivsed mikroorganismid aitavad vähendada taimede patogeene ja haigusi, tõhustavad energiasäästlikkust taimedes, ja mulla mineraalide lahustamist, tagavad mulla mikroobikoosluse ökoloogilise tasakaalu, fotosünteesi efektiivsuse ja bioloogilise lämmastiku fikseerimise. Higa (1991) on välja toonud, et efektiivsete mikroorganismide kasutusele võtmise eesmärk on vähendada sõltuvust kunstlikest väetistest ja pestitsiididest.

Taimede tervisele ja kasvule soodsa keskkonna loomiseks inokuleeritakse efektiivsed mikroorganismid mulda. Efektiivsete mikroorganismide suurim mõju on muld-taim ökosüsteemil, mis aitab maha suruda taimede erinevaid haigusi ja patogeene ning lahustada mulla mineraale, kaasaarvatud kaltsiumi. Efektiivsed mikroorganismid on kasulikud veel energia säästmisel, mulla mikroobikoosluse ökoloogilise tasakaalu säilitamisel, fotosünteesi efektiivsuse suurendamisel ja bioloogilise lämmastiku omastamise parandamisel (Olle, Williams 2013 b).

Efektiivsete mikroorganismide lahuse kasutamiseks on enimlevinud meetodid taimede pritsimine, lahuse mulda segamine, seemnete töötlemine lahusega enne külvi ning lahuse kasutamine põldudel niisutussüsteemide abil (Olle 2013a).

2. VIIRPUU JA TEMA KASVUNÕUDED

Teadaolevat suurem osa viirpuu liike leidub Põhja-Ameerikas, kus on kirjeldatud ligikaudu 1100 liiki ja teisendit. Liikide arvu suurenemine viirpuude perekonnas ei ole seotud ainult uute liikide tekkimisega vaid pigem on liigirohkus seotud liikide määramise täiustumisega, mille tulemusena on mõni liik jagatud kaheks, kolmeks või isegi rohkemaks liigiks. (Laas 1998)

Abner (2017) kirjutab, et Eestis hakati aianduses viirpuid kasutama 19. sajandi keskpaiku. 2017. aastal valiti viirpuu aasta puuks. Abneri (2017) kirjutatud artiklist “Aasta puu viirpuu ja selle liikide levimine aianduses“ Tallinna Botaanikaiaia kodulehel selgub, et Tallinna avalikus ruumis ei ole viirpuude arvukus ja mitmekesisus viimastel aastakümnetel vähenenud mitte haiguste, vaid just halbade kasvutingimuste tõttu.

Põllumäe (2017) toob oma lõputöös „Viirpuu (*Crataegus* L.) liikide viljade omadused ja kasutamine“ välja, et üksikpuudena kasvatatakse sagedamini roosade või punaste õitega täidisõielisi vorme (sorte) ja liike, millel on lisaks teisi dekoratiivseid omadusi, näiteks võra kuju, lehtede ja viljade sügisvärvusi (Laas 1998).

Viirpuu sobib kasvatamiseks nii vabakujulisena kui pügatud hekitaimena kui ka üksikpõõsana (joonis 1). Mitmeid kõrgekasvulisi viirpuuliike saab kasutada kas alleede või kõrgete kärpimata (vabakujuliste) hekkide rajamiseks. Alleepuuna sobib douglase viirpuu (*C. douglasii*), just oma kasvukõrguse poolest. Viirpuu võib kasvada 10...12m kõrguseks ning on väga dekoratiivne pungade puhkemisest kuni lehtede varisemiseni. (Laas 1998)

Hekitaimedena sobivad kasutada verev viirpuu (*C. sanguinea*) ja eelkõige avalikes parkides ning eraaedades tõmbilehise viirpuu erinevaid sorte. Lisaks sobivad kärbitud hekitaimedeks veel harilik viirpuu (*C. rhipidophylla*), tõmbelehine viirpuu (*C. laevigata*) jt, eriti just pikkade asteldega liigid (Laas 1998).

Üksikpõõsastena sobivad kasvatamiseks tõmbilehise viirpuu (*C. laevigata*) sordid 'Paul's Scarlet' (punaste täidisõitega) ja 'Rubra Plena' (karminjasroosade täidisõitega) oma dekoratiivsete õite ja küllalt pikaajalise õitsemise tõttu.



Joonis 1. Viirpuu kasutamine dekoratiivtaimena Tallinna linnahaljastuses, nii üksikpuuna (vasakul fotol) kui hekitaimena (paremal fotol). Autori fotod.

Viirpuud eelistavad kasvukohana keskmise viljakusega saviliiv- või liivsavimuldi. Samuti saab viirpuid kasvatada kuivadel mineraalmuldadel ja kuivendatud turbasegustel muldadel. Viirpuud taluvad hästi mulla kuivust ning on väga nõudlikud valguse suhtes, kuna varjus kasvades võib õitsemine tunduvalt väheneda. (Laas 1998)

Viirpuu õitseb juunis (joonis 2) valgete õitega (välja arvatud sordid, mille õievärvus võib olla erinevat tooni roosa), punaste tolmukatega, hõredates sarikõisikutes. Viirpuu viljad (joonis 2) valmivad olenevalt liigist augustist oktoobrini. (Laas 1998)



Joonis 2. Viirpuu hekitaimena õitsemise eel Tallinna Haabersti linnaosa kergliiklustee vahelisel rohealal (vasakul fotol). Autori foto. Üheemakase viirpuu viljad (paremal fotol). Foto: Järvelja Õppe- ja Katsemetskond taimede galerii¹.

Haljastuses kasutatavad viirpuu liigid, mis olid müügil Eesti istikuärides 2018. aastal:

- Tömbilehine viirpuu, sort 'Paul's Scarlet'
- Täidisõieline viirpuu, sort 'Rubra Plena'
- Mordeni viirpuu, sort 'Toba'
- Karvane viirpuu (sort puudub)
- Üheemakane viirpuu (sort puudub)

Paljusid viirpuu liike kasvatatakse nende söödavate viljade tõttu Aasias, Kesk-Ameerikas ja Vahemere maades. Tänu oma positiivsele mõjule organismis, eelkõige südame-veresoonkonna süsteemile, on viirpuu (*Crataegus*. L.) perekond saanud üsna populaarseks taimseks ravimiks. Viirpuust valmistatud ravimid võivad olla tinktuuride, tablettide, teede ja taime lehtede, lillede ja puuviljade vesiekstraktide kujul (Caliskan jt 2015).

Samuti on viimastel aastatel populaarseks muutunud viirpuu, oma vilja suuruse, kui ka magushapu maitse tõttu. Eriti kasvatatakse õun-viirpuud (*C. azarolus*), kes on Lähis-Ida päritolu ning leidub teda tavapärares viljapuuaedades värskelt puuviljana tarbimiseks Lõuna-Türgis, Hatay ja Mersini provintsidest ning Türgi Vahemere piirkonnas.

¹ <http://jarvelja.ee/pood/ilupoosas/crataegus-monogyna-uheemakane-viirpuu/>

Teadaolevalt ei ole veel leitud standardset viirpuu sorti, kuigi mõnedel genotüüpidel on tuvastatud täiuslikud puuvilja kvaliteedi tunnused (Caliskan jt 2015).

Viirpuude istikuid kasvatatakse puukoolis üldjuhul kaks aastat (Laas 1998). Laas (1998) on välja toonud, et kui eesmärk on saada rohkem hargnenud põõsast, tuleb istikuid 10...12cm kõrguselt tagasi lõigata. Üldjuhul on alatisele kasvukohale sobilikud 50...75cm kõrged taimed, vajaduse korral võib istutada ka kõrgemaid taimi. Istutada tuleb taimi enne lehtimist, kuigi viirpuud taluvad ka mullapalliga ümberistutamist (Laas 1998).

Kõige olulisemaks teguriks on viirpuude paljundamine.

Viirpuid saab paljundada nii seemnetest, kui ka pookimise teel. Seemnetest paljundamisel on probleemiks nende pikk idanemisaeg. Töötlemata seemnete külvamisel võivad paljudel liikidel tõusmed tärgata alles 1,5...2 aasta pärast (Laas 1998, Glasikan jt 2015). Seetõttu on seemnete külvielne stratifitseerimine vajalik võtte, et kiirendada külvijärgset idanemisprotsessi. Seemnete kauane idanemine ja tõusmete hiline tärkamine on tingitud viirpuude seemnete tihedast paksust seemnekestast (Laas 1998). Samuti on probleemiks seemnekülvi idanemine. 2015 aastal uuriti Türgis viirpuude külvijärgset idanemist, mis üheemakasel viirpuul oli kõrgem kui teistel liikidel (Glasikan jt 2015).

Pookimiseks sobivad peamiselt täidisõielised sordid. Poogitakse kasvuhoones kevad-talvisel perioodil ning suve teisel poolel võib poogendid istutada avamaale. Poogitakse tavaliselt sektsiooni *Oxyacanthae* kuuluvate liikide: tõmbilehine viirpuu (*C. laevigata*), keskmine viirpuu (*C. bechst*), kuramaa viirpuu (*C. curonica*), tupp-viirpuu (*C. calycina*), lääne-viirpuu (*C. palmstruchii*), kupfferi viirpuu (*C. kupfferi*), džungaaria viirpuu (*C. songarica*), üheemakaline viirpuu (*C. monogyna*), saksa viirpuu (*C. alemanniensis*), saaremaa viirpuu (*C. osiliensis*), viidumäe viirpuu (*C. viidumaegica*), harilik viirpuu (*C. rhipidophylla*) ja lindmani viirpuu (*C. lindmanii*) alustele (Laas 1998).

Pookimisalusena on sobilik kasutada omajuurset üheemakast viirpuud kuna antud liik sobitub teiste viirpuu liikidega (aga ka näiteks muude liikide õun, pirn, küdoonia) ja tema seemnete suure idanemisprotsendi pärast (Glasikan jt 2015).

3. MATERJAL JA METOODIKA

3.1 Katse iseloomustus

Katse viidi läbi 17.04.2018- 14.09.2018.a. Tartumaal, Lohkvas, Juhani Puukoolis. Katses on kasutatud üheemakast viirpuud, millele on poogitud tõmbilehise viirpuu sort `Paul's Scarlet`. Poolast ostetud paljasjuursed poogitud istikud potistati 11.04.2018 15cmx15cmx20cm pottidesse (joonis 3). Katsesse sai valitud sarnased taimed, mille pungad puhkesid võrdselt, et vältida pookimise viga. Substraadina kasutati neutraliseeritud turvast (pH 6,6...7,2). Taimed olid kilekasvuhoones koos teiste tootmises olevate taimedega. Kasvuhoone on betoonvundamendiga, kaetud topelt kilega ja põrandal kahekordne peenravaip. Taimi kasteti ja väetati läbi vihmutussüsteemi vastavalt vajadusele 1-2x päevas 15-30 min. korraga alates juuni keskelt. Eelnevalt kastetud käsitsi vastavalt vajadusele. Katses kasutatavateks biostimulantideks olid TrianumP (Koppert Biological Systems, Holland), Humistar (Tradecorp S.A., Hispaania), Radifarm (Valagro, Itaalia) ja RuterAA (Tradecorp S.A., Hispaania).



Joonis 3. Vasakul fotol viirpuu istik enne potistamist 11.04.2018 ja paremal fotol peale istutamist katsealal 27.04.2018 (Foto: L. Mainla).

Katsevariante oli kokku 5: kontroll ehk tavaväetamine (NPK), kontroll pluss TrianumP (TrianumP), kontroll pluss Humistar (Humistar), kontroll pluss Radifarm (Radifarm), kontroll pluss RuterAA (RuterAA). Kõiki taimi väetati sarnaselt. Teisi variante peale

kontrolli kasteti lisaks erinevate biostimulantidega. Kastmisvõetamine biostimulantidega ja lahused tehti vastavalt iga preparaadi tootja soovitusel. Esimest korda kasteti biostimulantidega 1 nädal peale taimede ümberistutamist (17.04). Eelnevalt lähtuvalt kasteti TrianumP 0,3 % lahusega taimi kasvuperioodil 2 korda (aprillis ja juunis). Humistari 0,2% lahusega kasteti taimi 4 korda iga 10 päeva järel. Radifarmi 0,25% lahusega kasteti 3 korda iga 7 päeva järel. RuterAA 0,1% lahusega kasteti taimi 5 korda iga 10 päeva järel. Biostimulantide kastmislahuse kogus 1 poti kohta oli 500ml. Kontroll variandi taimed said samas koguses vett.

Tabelis 1 on väljatoodud nelja preparaadi toimeaine ja kasutamise sagedus.

Tabel 1. Nelja biostimulandi toimeained ja kastmissagedus katses

Preparaat	Toimeaine	Kasutamislahuse sagedus
TrianumP	seen <i>Trichoderma harzianum</i>	3x kasvuperioodil iga 10 nädala järel
Radifarm	tsink, aminohapped, valgud, betaiinid, saponiinid, vitamiinid	3x kasvuperioodil iga 7 päeva järel
Humistar	humiin- ja fulvohapped	4x kasvuperioodil iga 10 päeva järel
Ruter AA	NPK väetislahus vabade aminohapete ja mikroelementidega	5x kasvuperioodil iga 10 päeva järel

3.2 Katses kasutatud biostimulandid ja taimne materjal

TrianumP

TrianumP on bioloogiline preparaat, mis on loodud seene *Trichoderma harzianum* tüve T-22 eostest. Tootja on Hollandi pereettevõtte „Koppert Biological System“ ja Eestis müüb seda preparaati „Horticom OÜ“. Horticom OÜ kodulehel on kirjas, et Trianum on mittetoksiline bioloogiline toode Koppertilt, mis kaitseb profülaktiliselt taime selliste substraadis levivate taimehaiguste eest nagu *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* ja *Sclerotinia*. Trianum mõjub ja töötab ka taimekasvu intensiivistavalt, mis lubab taimel kasvada elujõuliselt, taimed on ühtlasemad ning väheneb mittestandardsete (haigestunud) taimede

negatiivne mõju ülejäänud taimekooslusele. Kastmislahusena kasutatav järgmiselt: 30g lahustatuna 100 l vees 1000 poti kohta – pool kogust kui taimi on eelnevalt juba töödeldud. Korrata kastmist poole kogusega iga 10-12 nädala tagant.

Humistar

Humistar on humiin- ja fulvohapete vedel kontsentraat, mis parandab mulla humusseisundit, aktiveerib põhu ja taimejäänuste lagunemist mullas, ergutab taimede juurdumist, parandab juuresüsteemi arengut, soodustab toiteelementide efektiivsemat omastamist. Tootja on Hispaania ettevõtte Tradecorp. Eestis müüb seda preparaati Baltic Agro. Nende kodulehel on kirjas, et Humistar tagab mulla struktuursete ühendite parema siduvuse ja püsivuse, mis parandab mulla õhustatavust ja vee kinnipidamise võimet. Paremini imenduvad lämmastik (N), fosfor (P) ja kaalium (K). Humistar lagundab fosfori lahustumatuid vorme ja kõige retrograatsemaid katioone ning muudab need taimedele kättesaadavaks. Kastmislahusena kasutatav järgmiselt: peale ümberistutamist kasta 0,2% lahusega. Korrata kastmist kasvuperioodil veel 3 korda iga 10 päeva tagant.

Radifarm

Radifarm on spetsiifiline biostimulant, mis on välja töötatud kasutamiseks ümberistutamise faasis ja/või varases arengujärgus erinevatel kultuuridel. Antud preparaat toidab taime, aidates kaasa rikkaliku ja väljaarenenud juuresüsteemi tekkimisele olemasolevate juurte pikendamisega ja uute funktsionaalsete ja imavate juurte moodustamisega. Tootja on Itaalia ettevõtte Valagro SpA ja Eestis müüb seda preparaati Horticom OÜ. Nende kodulehel on kirjas, et Radifarm aitab kaasa rikkaliku ja väljaarenenud juuresüsteemi tekkimisele olemasolevate juurte pikendamisega ja uute funktsionaalsete ja imavate juurte moodustamisega. Tagab seemikute kiire juurdumise ja taastumise ümberistutamise stressist, sealhulgas ebasoodsates temperatuuri ja niiskuse tingimustes. Kastmislahusena pärast ümberistutamist kasta taimi 0,25% lahusega. Kasvuperioodil veel 2 töötlemist iga 7 päeva järel 250-500ml/100 l vett.

Ruter AA

RuterAA preparaat on NPK väetislahus vabade aminohapete ja mikroelementidega. Vabad aminohapped (arginiin, asparagiinhape ja metioniin) soodustavad narmasjuurte arengut. Taimed on võimelised toitaineid ja vett paremini kätte saama. Tootja on Hispaania ettevõtte Tradecorp. Eestis müüb seda preparaati Baltic Agro. Nende kodulehel on kirjas, et Ruter AA on universaalne kloorivaba vedelväetis, mis soodustab juurte kasvu. Spetsiaalselt lisatud

aminohapete arginiini ja metioniini ning orgaaniliste ainete toimetel imenduvad toitained kiiresti läbi rakuseinte, mis omakorda soodustab narmasjuurte arengut. Taimed muutuvad stressi-, haigus- ja põuakindlamaks, on liigniiskusele vastupidavamad. Kastmislahusena kasta 0,1% lahusega peale ümberistutust, korrata kastmist veel 4 korda 10-15-päevaste vahedega.

Tömbilehise viirpuu sordi `Paul`s Scarlet` kirjeldus

Paul`s Scarlet` sordi ajalugu on alguse saanud 1850 aastal Inglismaalt (*C. laevigata*) `Rosea Flore Plena` isendist. 1858 aastal läbis geneetilise mutatsiooni ning seda sorti hakkas paljundama William Paul, kes esmakordselt tutvustas sorti `Paul New Double Scarlet Hawthorn` rahvusvahelisel aianduse näitusel 1866 aastal. Antud sort sai seal esimese klassi sertifikaadi ja 2002 aastal Garden Merit kvaliteedisertifikaadi. Kahjuks oli antud sort lehetäide osas väga tundlik, mistõttu võis märjemal hooajal juba juulikuuks lehed langetada. Paul`s Scarlet` on viirpuudest kõige väljapaistvam sort (Dirr 2009). Inglismaal asuva puukoolis Barcham Trees (joonis 4) kasvatatakse `Paul`s Scarlet` istikud.



Joonis 4. Vasakul fotol tömbilehise viirpuu sort `Paul`s Scarlet` ja paremal fotol Inglismaa Barcham Trees puukoolis kasvavad `Paul`s Scarlet` istikud. Fotod: Barcham Trees koduleht².

Varem on tuntud ka paljude teiste nimetuste all, nagu: *C. oxyacantha punicea plena* Carr., *C.o.var.paulii* Rehd., *C. monogyna* var. *Kermesina-plena* hort., *C. monogyna* var. *Rubra plena* hort. jt. (Laas, 1998). Laas (1998) on sorti kirjeldanud järgmiselt: Kõrge põõsas,

² <https://www.barcham.co.uk/>

harvemini puu (kõrgus 3-7m, laius 2-4 m). Astlad lühikesed, 0,5...1 (1,5) cm pikad, neid on vähe. Juhani puukooli kodulehelt leiab sordi Paul's Scarlet kohta järgmise info:

- lehed läikivad, tumerohelised äraspidimunajad lehed;
- õied täidlased ja erepunased;
- õitseb juunis ning väga rikkalikult;
- õied on steriilsed ja vilju ei moodustu;
- mullastiku suhtes leplik, kuid eelistatult lubjarikkaid mullad;
- kasutatakse soolopuuna;
- talvekindel.

3.3 Katses teostatud vaatlused ja keemilised analüüsid

Katses mõõdeti vegetatiivsetest kasvunäitajatest poogendi kõrgust (cm), poogendi läbimõõtu (mm) ja lehtede SPAD-näitu. Mõõtmised teostati iga 15 päeva järel alates 2. maist kuni 14. septembrini 2018. Taimede vegetatiivsed kasvunäitajad mõõdeti 15-päevase intervalliga (joonis 5). Poogendi läbimõõtu mõõdeti kord kuus st. 30-päevase intervalliga. Kokku oli katses 11 mõõtmist.



Joonis 5. Klorofüllmeetri kasutamine katses lehtede SPAD näidu mõõtmisel. Autori fotod.

Poogendi kõrgust mõõdeti mõõdulindiga pookimiskohast poogendi tipuni. Poogendi läbimõõtu mõõdeti elektroonilise nihikuga (Kraftmann, Saksamaa) pookimiskohast 5 cm

kõrguselt. Lehtede suhtelist lämmastikuisaldust mõõdeti klorofüllmeetriga (SPAD-502, Konica Minolta Sensing Inc, Jaapan). Lehtede SPAD-näit võeti taime kohta ja üks näit koosneb 30 näidu keskmisest.

Substraadi näitajatest mõõdeti WET-sensoriga (Delta-T Services, Inglismaa) elektrijuhtivus (EC, mScm^{-1}) igas potis.

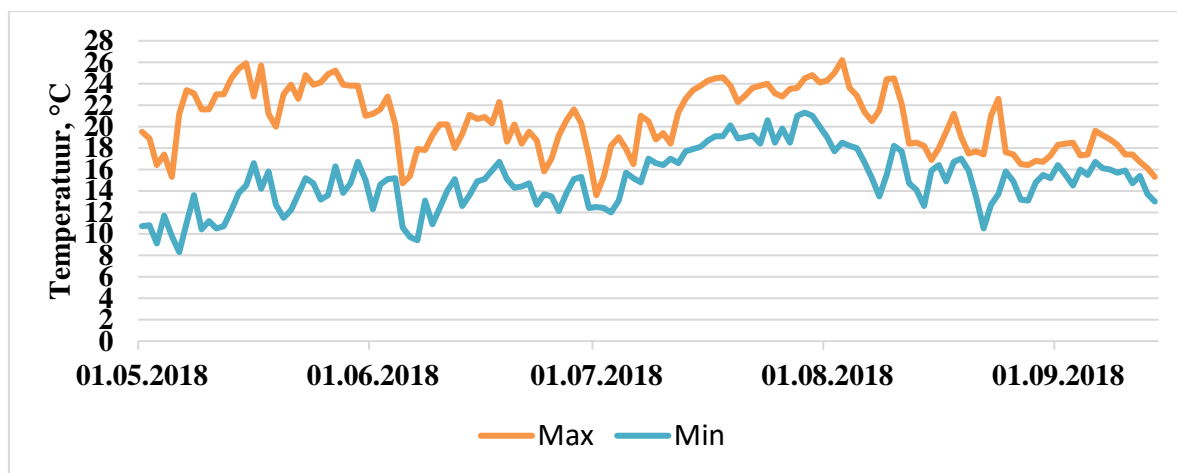
Katseperioodi lõpus määrati lehtede ja mulla keemiliste elementide (N, P, K, Ca, Mg) sisaldus Eesti Maaülikooli Taimebiokeemia laboris. Igast katse variandist 1 lehe- ja 1 mullaproov. Kokku tehti katses 10 proovi.

Kasvuhoone õhuniiskuse ja temperatuuri mõõtmisel kasutati logereid.

3.4 Meteoroloogilised tingimused

Temperatuuri mõõdeti kasvuhoones maikuust septembrini (joonis 6). Kasvuhoone temperatuuri mõõtmisel kasutati logereid (LogTag Trix-8), mis asusid taimepottide vahel.

Maikuu kõrgeim temperatuur oli 17. mai, 25,9 °C ja madalaim temperatuur 6. mai, 8,3 °C. Juuniku kõrgeim temperatuur oli 3. juuni, 22,8 °C ja madalaim temperatuur 7. juuni, 9,4 °C. Juuliku kõrgeim temperatuur oli 30. juuli, 24,8 °C ja madalaim temperatuur oli 3. juuli, 12 °C. Augustiku kõrgeim temperatuur oli 3. august, 26,2 °C ja madalaim temperatuur 22. august, 10,5 °C. Septembriku kõrgeim temperatuur oli 6. september, 19,6 °C ja madalaim temperatuur 14. september, 13,0 °C.



Joonis 6 . Katseperioodi temperatuur kasvuhoones.

Keskkonnaagentuuri 2018 aasta andmete alusel oli Eestis kõige soojem kevadkuu mai, mil Eesti keskmine õhutemperatuur oli 14,4°C. Suvekuude õhutemperatuur oli Eesti keskmisena 17,8 °C (aastate keskmine 16,0 °C). Eriliselt soe oli juuli teine ja kolmas dekaad ning augusti esimene kolmandik. Juuli teise dekaadi algusest kuni augusti esimeste päevadeni esines isegi paar pikemat kuumalainet, kus maksimaalne õhutemperatuur tõusis enamikes kohtades mitmel järjestikusel päeval +30 °C-ni või kõrgemale. Sademete poolest oli suvi kuiv – suvine sademete hulk oli Eesti keskmisena 149 mm, mis moodustab 67% kliimaalisest normist (224 mm) (Loodla jt 2019).

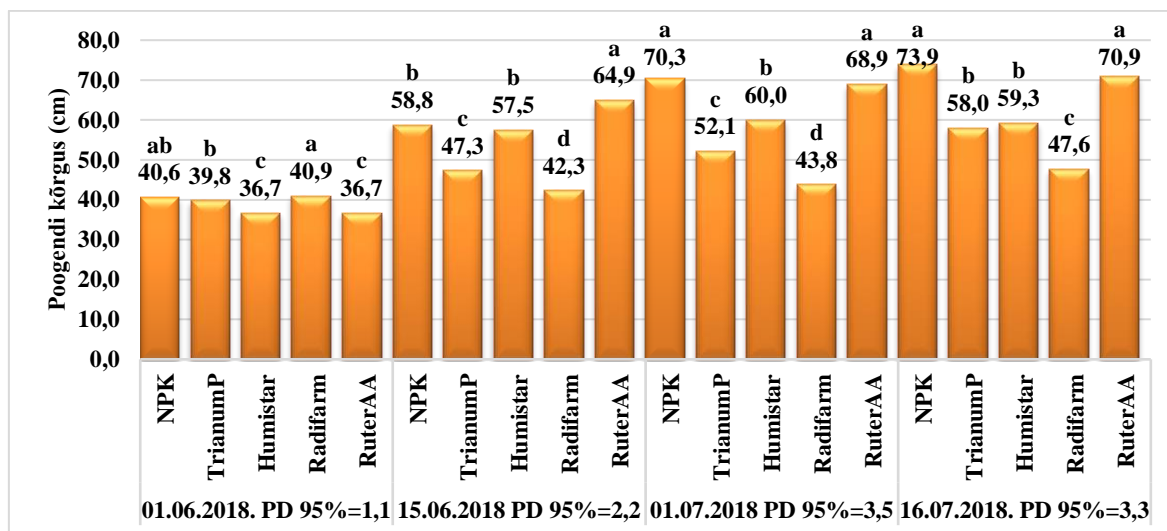
3.5 Andmetöötlus

Andmetöötlusprogrammina kasutati Microsoft Excel 2016. Matemaatilisel analüüsil kasutati ühefaktorilist dispersioonanalüüsi, kus faktoriks oli katsevariant. Variantide vahelise erinevuse hindamiseks kasutati piirdiferentsi 95% usutavuse juures (PD95%). Erinevad tähed jooniste tulpadel näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

4. TULEMUSED

4.1 Poogendi kõrgus

01.06.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 36,7 – 40,9cm olles suurim Radifarm variandis (40,9cm) ja väikseim Humistar ja RuterAA variantides (36,7cm) (joonis 7). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli biostimulandiga kastmisel oluline negatiivne mõju poogendi kõrgusele Humistar ja RuterAA variantides (mõlemal 36,7cm), kus poogendi kõrgus oli oluliselt väiksem. Radifarmiga ja TrianumP kastmisel statistiliselt usutav mõju (vastavalt 40,9, 39,8cm) poogendi kõrgusele võrreldes NPK-ga puudus. Biostimulantidega variantidest olid oluliselt kõrgemad poogendid TrianumP ja Radifarm (vastavalt 39,8, 40,9cm) variantides.



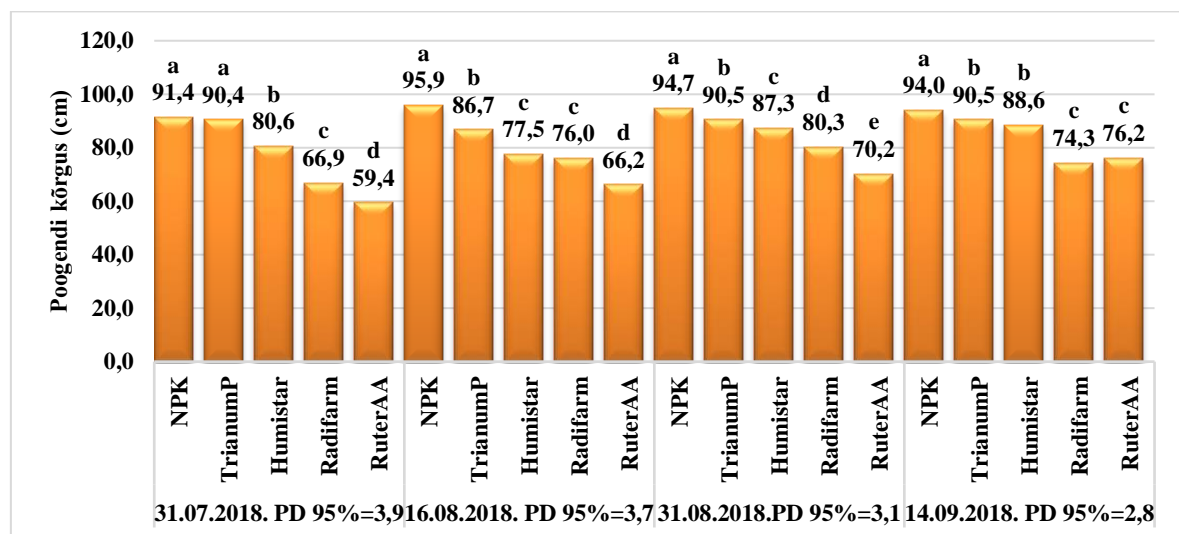
Joonis 7. Poogendi kõrgus (cm) sõltuvalt biostimulandiga kastmisest 01.06.2018. PD 95%=1,1. 15.06.2018. PD 95%=2,2. 01.07.2018. PD 95%=3,5. 16.07.2018. PD 95%=3,3. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

15.06.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 42,3 – 64,9cm olles suurim RuterAA variandis (64,9cm) ja väikseim Radifarm variandis (42,3cm) (joonis 7). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele Humistar variandis (57,5cm). RuterAA-ga kastmine suurendas oluliselt (64,9cm) ja Radifarmi ning TrianumP-ga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 42,3cm, 47,3cm) poogendi kõrgust. Biostimulantidega variantidest olid oluliselt kõrgemad poogendid RuterAA ja Humistar (vastavalt 64,9, 57,5cm) variantides.

01.07.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 43,8 – 70,3cm olles suurim NPK variandis (70,3cm) ja väikseim Radifarm variandis (43,8cm) (joonis 7). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele RuterAA variandis (68,9cm). Radifarmi, Humistari ja TrianumP kasutamine oluliselt vähendas (vastavalt 43,8, 60,0, 52,1cm) poogendi kõrgust.

16.07.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 47,6 – 73,9cm olles suurim NPK variandis (73,9cm) ja väikseim Radifarm variandis (47,6cm) (joonis 7). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele RuterAA variandis (70,9cm). Radifarmi, Humistari ja TrianumP kasutamine oluliselt vähendas (vastavalt 47,6, 59,3, 58,0cm) poogendi kõrgust.

31.07.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 59,4 – 90,4cm olles suurim NPK variandis (91,4cm) ja väikseim RuterAA variandis (59,4cm) (joonis 8). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi kõrgusele TrianumP variandis (90,4cm). Humistariga, Radifarmiga ja RuterAA-ga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 80,6, 66,9, 59,4cm) poogendi kõrgust.



Joonis 8. Poogendi kõrgus (cm) sõltuvalt biostimulandiga kastmisest 31.07.2018. PD 95%=3,9. 16.08.2018. PD 95%=3,7 31.08.2018. PD 95%=3,1 ja 14.09.2018. PD 95%=2,8. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

16.08.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 66,2 – 95,9cm olles suurim NPK variandis (95,9cm) ja väikseim RuterAA variandis (66,2cm) (joonis 8). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli kõigil biostimulantidel TrianumP, Humistar, Radifarm ja RuterAA oluline negatiivne mõju (vastavalt 86,7, 77,5, 76,0, 66,2cm) poogendi kõrgusele.

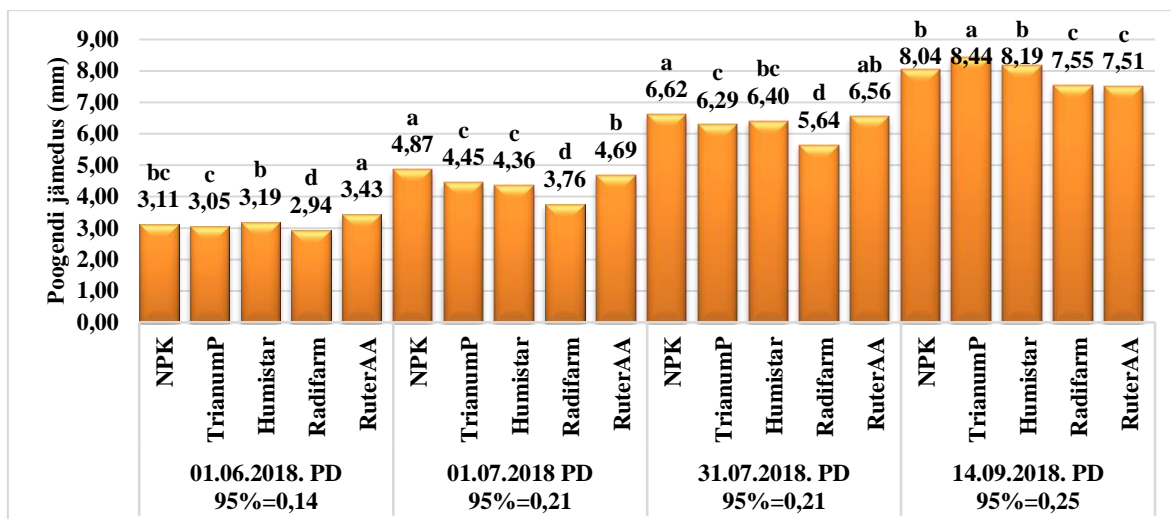
31.08.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 70,2 – 94,7cm olles suurim NPK variandis (94,7cm) ja väikseim RuterAA variandis (70,2cm) (joonis 8). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli kõigil biostimulantidel TrianumP, Humistar, Radifarm ja RuterAA oluline negatiivne mõju (vastavalt 90,5cm, 87,3cm, 80,3cm, 70,2cm) poogendi kõrgusele.

14.09.2018 seisuga varieerus poogendi kõrgus 74,3 – 94cm olles suurim NPK variandis (94cm) ja väikseim Radifarm variandis (74,3cm) (joonis 8). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli kõigil biostimulantidel TrianumP, Humistar, Radifarm ja RuterAA oluline negatiivne mõju (vastavalt 90,5, 88,6, 74,3, 76,2cm) poogendi kõrgusele.

4.2 Poogendi jämedus

01.06.2018 seisuga varieerus poogendi jämedus 2,94 – 3,43mm olles suurim RuterAA variandis (3,43mm) ja väikseim Radifarm variandis (2,94mm) (joonis 9). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi jämedusele Humistar (3,19mm) ja TrianumP (3,05mm) variantides. RuterAA-ga kastmine oluliselt suurendas (3,43mm) ja Radifarmiga kastmine oluliselt vähendas (2,94mm) poogendi jämedust.

01.07.2018 seisuga varieerus poogendi jämedus 3,76 – 4,87mm olles suurim NPK variandis (4,87mm) ja väikseim Radifarm variandis (3,76mm) (joonis 9). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli kõigil biostimulantidel TrianumP, Humistar, Radifarm ja RuterAA oluline negatiivne mõju (vastavalt 4,45, 4,36, 3,76, 4,69mm) poogendi jämedusele.



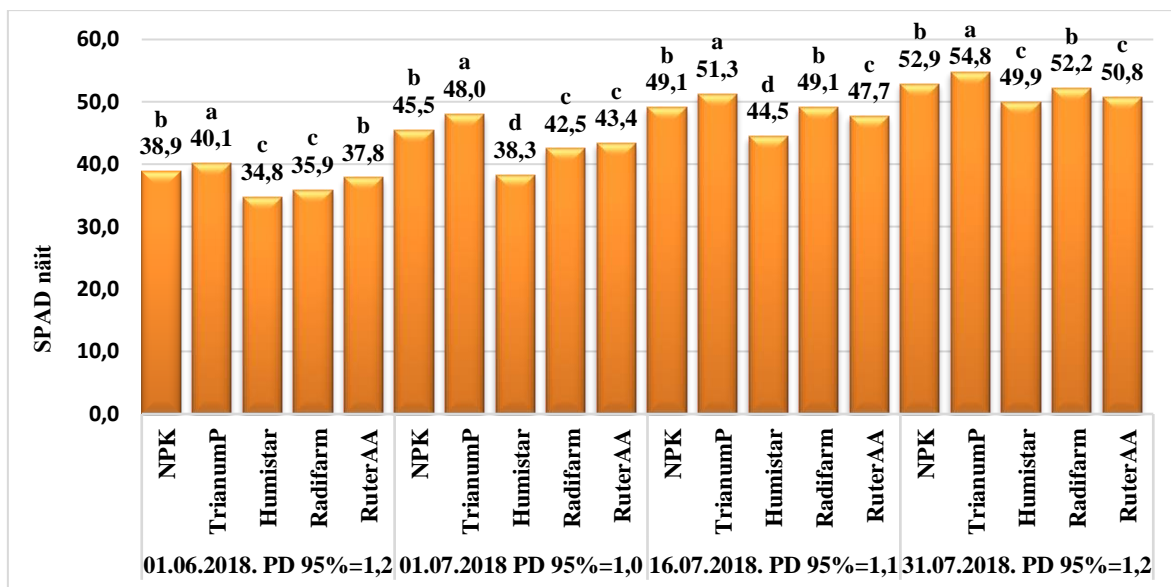
Joonis 9. Poogendi jämedus (mm) sõltuvalt biostimulandiga kastmisest 01.06.2018. PD 95%=0,14. 01.07.2018. PD 95%=0,21 31.07.2018. PD 95%=0,21. 14.09.2018. PD 95%=0,25. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

31.07.2018 seisuga varieerus poogendi jämedus 5,64 – 6,62mm olles suurim NPK variandis (6,62mm) ja väikseim Radifarm variandis (5,64mm) (joonis 9). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi jämedusele RuterAA (vastavalt 6,56mm) variandis. Radifarmi (5,64mm), TrianumP ja Humistariga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 6,29, 6,40mm) poogendi jämedust.

14.09.2018 seisuga varieerus poogendi jämedus 7,51 – 8,44mm olles suurim TrianumP variandis (8,44mm) ja väikseim RuterAA variandis (7,51mm) (joonis 9). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju poogendi jämedusele Humistaril (vastavalt 8,19mm). TrianumP-ga kastmine oluliselt suurendas (8,44mm) ja RuterAA-ga ning Radifarmiga kastmine oluliselt vähendas (7,5, 7,55mm) poogendi jämedust.

4.3 SPAD näit

01.06.2018 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 34,8 – 40,1 olles suurim TrianumP variandis (40,1) ja väikseim Humistar variandis (34,8) (joonis 10). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju lehtede SPAD näidule RuterAA (37,8) variandis. TrianumP-ga (40,1) kastmine oluliselt suurendas ja Humistariga ning Radifarmiga kastmine oluliselt vähendas (34,8, 35,9) lehtede SPAD näitu.



Joonis 10. SPAD-näit sõltuvalt biostimulandiga kastmisest 01.06.2018. PD 95%=1,2. 01.07.2018. PD 95%=1,0. 16.07.2018. PD 95%=1,1. 31.07.2018. PD 95%=1,2. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

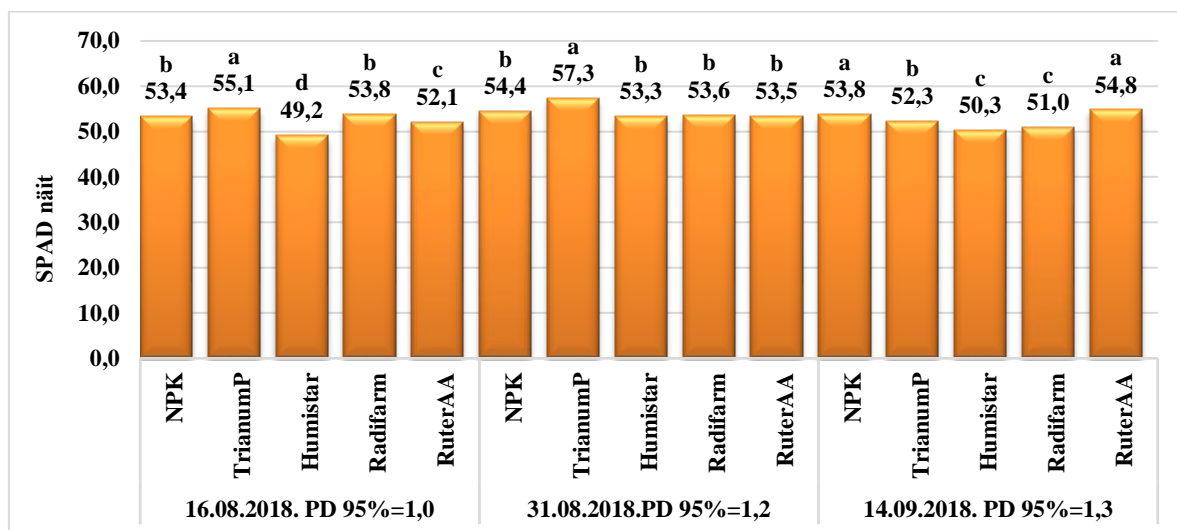
01.07.2018 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit alates (38,3 – 48,0) olles suurim TrianumP variandis (48,0) ja väikseim Humistar variandis (38,3) (joonis 10). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli kõigil biostimulantidel oluline mõju lehtede SPAD näidule. TrianumP-ga (48,0) kastmine oluliselt suurendas ja Radifarmiga, RuterAA-ga ning Humistariga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 42,5, 43,4, 38,3) lehtede SPAD näitu.

16.07.2018 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 44,5 – 51,3 suurim SPAD-näit oli TrianumP variandis (51,3) ja väikseim Humistar variandis (44,5) (joonis 10). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju lehtede SPAD näidule Radifarmil (49,1) TrianumP-ga (51,3) kastmine oluliselt suurendas ning Humistariga ja RuterAA-ga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 44,5, 47,7) lehtede SPAD näitu.

31.07.2018 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 49,9 – 54,8 olles suurim TrianumP variandis (54,8) ja väikseim Humistar variandis (49,9) (joonis 10). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju lehtede SPAD näidule Radifarm (52,2) variandis. TrianumP-ga (54,8) kastmine oluliselt suurendas ja Humistariga ning Radifarmiga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 49,9, 52,2) lehtede SPAD näitu.

16.08.2018 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 49,2 – 55,1 olles suurim TrianumP variandis (55,1) ja väikseim Humistar variandis (49,2) (joonis 11). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju lehtede SPAD näidule Radifarm

(53,8) variandis. TrianumP-ga (55,1) kastmine oluliselt suurendas ja Humistariga ning RuterAA-ga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 49,2, 52,1) lehtede SPAD näitu.



Joonis 11. SPAD-näit sõltuvalt biostimulandiga kastmisest 16.08.2018. PD 95%=1,0. 31.08.2018. PD 95%=1,2. 14.09.2018. PD 95%=1,3. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

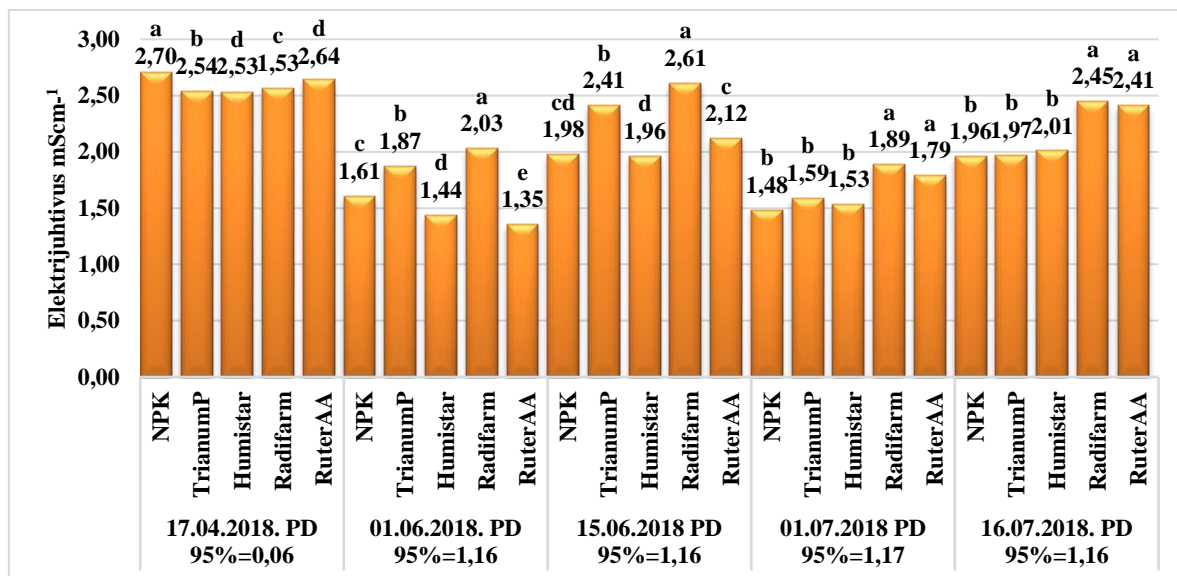
31.08.2018 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 53,3 – 57,3 olles suurim TrianumP variandis (57,3) ja väikseim Humistar variandis (53,3) (joonis 11). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli biostimulandiga kastmisel oluline mõju lehtede SPAD näidule ainult TrianumP-ga kastmisel suurendades näitu oluliselt (57,3).

14.09.2018 seisuga varieerus lehtede SPAD-näit 50,3 – 54,8 olles suurim RuterAA variandis (54,8) ja väikseim Humistar variandis (50,3) (joonis 11). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju lehtede SPAD näituses RuterAA (54,8) variandis. TrianumP-ga, Radifarmiga ja Humistariga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 52,3, 51,0, 50,3) lehtede SPAD näitu.

4.4 Elektrijuhtivus

17.04.2018 seisuga varieerus enne biostimulantidega kastmist mulla elektrijuhtivuse (EC) näit 2,53 – 2,70mScm⁻¹ olles suurim NPK variandis (2,70mScm⁻¹) ja väikseim Humistar variandis (2,53mScm⁻¹) (joonis 12). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli biostimulantidega kastmisele minevates pottides oluliselt madalam EC juba enne katse algust. Biostimulantidest oli oluliselt sarnane madalaim EC TrianumP, Humistar ja Radifarm

variantides (vastavalt 2,54, 2,53, 2,57mScm⁻¹) ning oluliselt kõrgem RuterAA variandil (2,64mScm⁻¹).



Joonis 12. Elektri juhtivus (mScm⁻¹) sõltuvalt biostimulandiga kastmisest 01.06.2018.PD 95%=0,16. 15.06.2018. PD 95%=0,16. 01.07.2018. PD 95%=0,17. 16.07.2018. PD 95%=0,16. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

01.06.2018 seisuga varieerus mulla elektri juhtivuse näit 1,35 – 2,03mScm⁻¹ olles suurim Radifarm variandis (2,03mScm⁻¹) ja väikseim RuterAA variandis (1,35mScm⁻¹) (joonis 12). Võrreldes kontrolliga (NPK) oli kõigil biostimulantidel oluline mõju mulla elektri juhtivusele: TrianumP ja Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas (vastavalt 1,87, 2,03mScm⁻¹) ja Humistar ja RuterAA-ga kastmine oluliselt vähendas (vastavalt 1,44, 1,35mScm⁻¹) mulla elektri juhtivust.

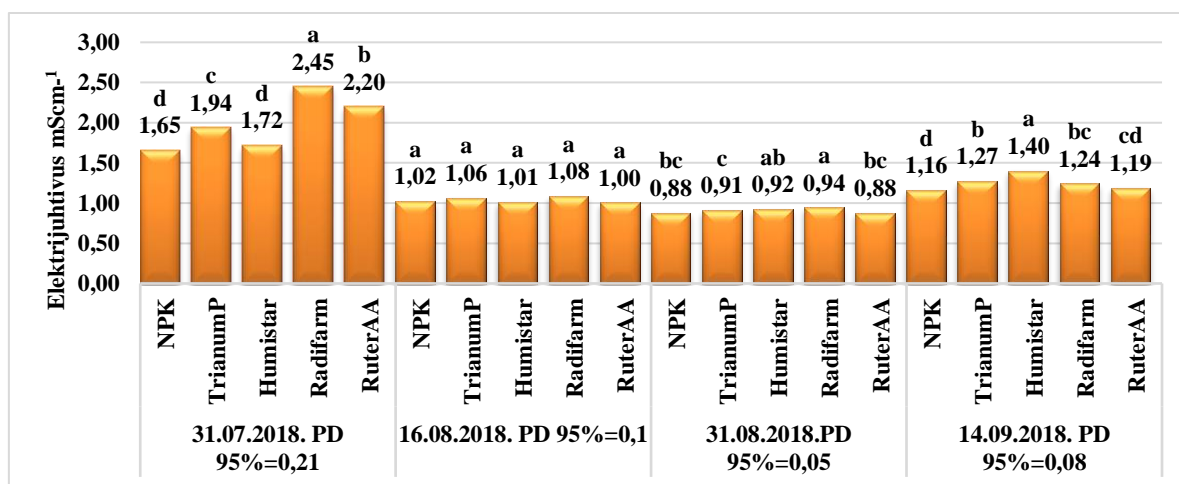
15.06.2018 seisuga varieerus mulla elektri juhtivuse näit 1,96 – 2,61mScm⁻¹ olles suurim Radifarm variandis (2,61mScm⁻¹) ja väikseim Humistar variandis (1,96 mScm⁻¹) (joonis 12). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju mulla elektri juhtivusele Humistar ja RuterAA (vastavalt 1,96, 2,12 mScm⁻¹) variantides. TrianumP ja Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas (vastavalt 2,41, 2,61mScm⁻¹) mulla elektri juhtivust.

01.07.2018 seisuga varieerus mulla elektri juhtivuse näit 1,48 – 1,89mScm⁻¹ olles suurim Radifarm variandis (1,89mScm⁻¹) ja väikseim NPK variandis (1,48mScm⁻¹) (joonis 12). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud olulist mõju mulla elektri juhtivusele TrianumP ja

Humistariga kastmisel (vastavalt 1,59, 1,53mScm⁻¹). RuterAA ja Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas (vastavalt 1,79, 1,89mScm⁻¹) mulla elektrijuhtivust.

16.07.2018 seisuga varieerus mulla elektrijuhtivuse näit 1,96 – 2,45mScm⁻¹ olles suurim Radifarm variandis (2,45mScm⁻¹) ja väikseim NPK variandis (1,96mScm⁻¹) (joonis 12). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju mulla elektrijuhtivusele TrianumP ja Humistaril (vastavalt 1,97, 2,01mScm⁻¹). RuterAA ja Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas (vastavalt 2,41, 2,45mScm⁻¹) mulla elektrijuhtivust.

31.07.2018 seisuga varieerus mulla elektrijuhtivuse näit 1,65 – 2,45mScm⁻¹ olles suurim Radifarm variandis (2,45mScm⁻¹) ja väikseim NPK variandis (1,65mScm⁻¹) (joonis 13). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju mulla elektrijuhtivusele ainult Humistaril (1,72 mScm⁻¹) TrianumP, Radifarmiga ja RuterAA-ga kastmine oluliselt suurendas (vastavalt 1,94, 2,45, 2,20mScm⁻¹) mulla elektrijuhtivust.



Joonis 13. Elektrijuhtivus (mScm⁻¹) sõltuvalt biostimulandiga kastmisest 31.07.2018. PD 95%=0,21. 16.08.2018. PD 95%=0,1. 31.08.2018. PD 95%=0,05. 14.09.2018. PD 95%=0,08. Erinevad tähed näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust.

16.08.2018 seisuga varieerus mulla elektrijuhtivuse näit 1,00 – 1,0 mScm⁻¹ (joonis 13). Katsevariantide vahel olulised erinevused puudusid.

31.08.2018 seisuga varieerus mulla elektrijuhtivuse näit 0,88 – 0,94mScm⁻¹ olles suurim Radifarm variandis (0,94mScm⁻¹) ja väikseim RuterAA ja NPK variandis (mõlemal 0,88mScm⁻¹) (joonis 13). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju mulla elektrijuhtivusele TrianumP, Humistar ja RuterAA variantides (vastavalt

0,91, 0,92, 0,88mScm⁻¹). Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas (vastavalt 0,94mScm⁻¹) mulla elektrijuhtivust.

14.09.2018 seisuga varieerus mulla elektrijuhtivuse näit 1,16 – 1,40 mScm⁻¹ olles suurim Humistar variandis (1,40mScm⁻¹) ja väikseim NPK variandis (1,16mScm⁻¹) (joonis 13). Võrreldes kontrolliga (NPK) ei olnud biostimulandiga kastmisel olulist mõju mulla elektrijuhtivusele ainult RuterAA puhul (1,19mScm⁻¹). TrianumP, Humistariga ja Radifarmiga kastmine oluliselt suurendas (vastavalt 1,27, 1,40, 1,24 mScm⁻¹) mulla elektrijuhtivust.

4.5 Kasvusubstraadi ja lehtede mineraalelementide sisaldus

Tabelis 2 on välja toodud taime toitainete vajaduse, milles nähtub, millised toiteelemendid ja millises koguses olid viirpuule mullas kätte saadavad. Kasvusubstraadi võrdlemiseks on kasutatud õunapuu toiteelementide optimaalset sisaldust mullas, kuna õunapuu toiteelementide vajadus sarnaneb kõige enam viirpuule. Optimaalsed toiteelementide sisaldused mullas on järgmised: N (optimaalne puudub, väga kõrgeks peetakse üle 200 mg/kg), P (15 – 40 mg/kg), K (150 – 250 mg/kg), Ca (2000 – 2600 mg/kg) ja Mg (200 – 400 mg/kg) (Righetti jt 1990, Viljavuusalvelu...1997).

Tabel 2. Kasvusubstraadi mineraalelementide sisaldus

Katsevariant	N (NO ₃) mg/kg	N (NH ₄) mg/kg	P mg/kg (AL)	K mg/kg (AL)	Ca mg/kg	Mg Mg/kg	pH _{KCl}
Kontroll	151,69	33,62	248,54	1381,7	11029,1	2973,0	6,96
RuterAA	76,46	29,66	771,38	1370,7	10900,3	3486,1	7,12
TrianumP	99,67	33,90	257,42	1452,0	10396,3	3069,8	6,99
Radifarm	36,00	26,46	524,17	1456,8	10985,2	3364,7	7,13
Humistar	193,46	27,5	250,08	1166,3	10856,7	3502,8	7,18

Mulla lämmastiksisaldus oli kõikides variantides piisav (36,00 – 193,46mg/kg). Kõrgem oli Humistar variandis (193,46mg/kg) ja madalam Radifarm variandis (36,00mg/kg). Fosfori sisaldus oli kõikides variantides kõrge (248,54 – 771,38mg/kg). Kõrgem oli RuterAA variandis (771,38mg/kg) ja madalam kontroll (NPK)variandis (248,54mg/kg).

Kaaliumi sisaldus oli kõikides variantides kõrge (1370,7 – 1456,8 mg/kg). Kõrgem oli Radifarm variandis (1456,8mg/kg) ja madalam Humistar variandis (1166,3mg/kg).

Kaltsiumi sisaldus oli kõikides variantides kõrge (10396,3 – 11029,1mg/kg). Kõrgem oli kontroll (NPK) variandis (11029,1mg/kg) ja madalam oli TrianumP variandis (10396,3mg/kg).

Magneesiumi sisaldus oli kõikides variantides kõrge (2973,0 – 3502,8). Kõrgem oli Humistar variandis (3502,8mg/kg) ja madalaim kontrollvariandis (2973,0mg/kg).

Kasvusubstraadi pH_{KCl} jäi vahemikku (6,96 – 7,18), mis on optimaalne vahemik neutraalsele kasvusubstraadile. Kõrgem pH_{KCl} oli Humistar variandis (7,18) ja madalam pH_{KCl} oli kontroll (NPK) variandis (6,96).

Tabelis 3 on välja toodud viirpuu lehtede mineraalelementide sisaldus, milles nähtub viirpuu poolt omastatud toitainete sisaldus.

Mineraalelementide võrdlemiseks on kasutatud õunapuu lehtede mineraalelementide optimaalset sisaldust, kuna õunapuu toiteelementide vajadus sarnaneb kõige enam viirpuule. Õunapuulehtede toiteelementide sisaldused on järgmised: N 1,7 – 2,5%, P 0,15 – 0,3%, K 1,2 – 1,9%, Ca 1,5 – 2,0%, Mg 0,25 – 0,35% (Righetti jt 1990).

Tabel 3. Viirpuu lehtede mineraalelementide sisaldus

Katsevariant	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Kontroll	2,259	0,372	2,345	2,389	0,345
RuterAA	2,277	0,337	2,127	2,379	0,289
TrianumP	2,113	0,331	2,312	2,340	0,309
Radifarm	2,216	0,304	2,428	2,134	0,253
Humistar	1,991	0,294	2,510	2,553	0,310

Lehtede lämmastikuisaldus oli kõikides variantides piisav (2,0 – 2,3%) võrreldes optimaalse (1,7 – 2,5%) vahemikuga. Kõrgem oli RuterAA variandis (2,277%) ja madalam Humistar variandis (1,991%).

Lehtede fosforisisaldus oli kõikides variantides kõrgem (0,3 – 0,4%) võrreldes optimaalse (0,15 – 0,3%) vahemikuga. Kõrgem oli kontroll (NPK) variandis (0,372%) ja madalam Humistar variandis (0,294%).

Lehtede kaaliumisisaldus oli kõikides variantides kõrgem (2,1 – 2,5%) võrreldes optimaalse (1,2 – 1,9%) vahemikuga. Kõrgem oli Humistar variandis (2,510%) ja madalam RuterAA variandis (2,127%).

Lehtede kaltsiumi sisaldus oli kõikides variantides (2,1 – 2,6%) kõrgem võrreldes optimaalse (1,5 – 2,0%) vahemikuga. Kõrgem oli Humistar variandis (2,553%) ja madalam Radifarm variandis (2,134%).

Lehtede magneesiumi sisaldus oli kõikides variantides (0,25 – 0,35%) piisav võrreldes optimaalse (0,25 – 0,35%). Kõrgem oli kontroll (NPK) variandis (0,345%) ja madalam RuterAA variandis (0,289%).

5. ARUTELU

5.1 Biostimulantidega kastmise mõju viirpuu poogendi vegetatiivsele kasvule

Kasvuperioodi algul olid erinevate katsevariantide taimed kõrgusega võrdlemisi võrdses seisus. Erinevused ilmnesisid juuni keskel kui oluliselt kõrgemad taimed olid kontroll (NPK) ja RuterAA variandis ja madalaimad olid Radifarmiga ja TrianumP-ga kastetud taimed. Radifarmiga kastetud taimed jäid oluliselt madalaimaks kuni katseperioodi lõpuni. Juuli keskel toimus oluline muutus taimede kõrgustes. Muutuse põhjuseks oli pigem erakordselt kuum suvi (mai-august) kombineerituna kastmise ja väetamisega läbi vihmutusüsteemi. Nimelt põhjustas kõrge temperatuur kombineerituna taimetele jääva väetiselahusega taimetippude kõrbemist. Eriti tugevalt said kahjustada RuterAA variandi taimed, olles nüüd katse madalaimad. Kuna soojust jätkus sügiseni, siis taimed ei taastunudki ja jäid katse lõpuni oluliselt madalaimateks koos Radifariga. Samuti said kahjustatud teised biostimulantidega variandid. Ainult kontroll (NPK) variant ei kaotanud katse keskmisena kõrgust. Tõenäoliselt oli põhjus taimede kasvu intensiivsuses. Kontroll (NPK) variandi taimedel ei olnud kasv nii intensiivne võrreldes biostimulantidega kastetud taimedel, mistõttu olid taimede tipuosa koed tugevamad ja ei pruunistunud nii kergelt. Katse keskmisena oli biostimulantidel oluline mõju pigem kasvuperioodi algul, kuid lõpus jäi mõju pigem negatiivseks: biostimulantidega kastetud taimed olid oluliselt madalamad kui kontroll (NPK) variandis. Tulemust mõjutasid muidugi ka ilmastik ja kehvasti valitud kastmisviis.

Virgiinias 1997 aastal näitasid tulemused, puittaimede harilik sarapuu (*Corylus colurna* L.) ja punane vaher (*Acer rubrum* L.) sordi 'Red Sunset', et siirdamisjärgset kasvu ja juurdumise mõju humaat preparaadiga (mida tuntakse biostimulandina) oluliselt ei suurendanud (Kelting jt 1997). Laiche (1991) on leidnud, et humiinhape, mis on peamine biostimulandi komponent võib olla isegi kahjulik konteineris kasvatavate puittaimede kasvule. Samuti on näidanud erinevad uuringud, et loomse päritoluga preparaadid põhjustasid taimedes fütoksilise seisundi, mis omakorda avaldab negatiivset mõju taime kasvule (Cerdán jt 2009, Lisiecka 2011).

Kasvuperioodi algul jämeduses variantide vahel olulist erinevust ei olnud. Juunis suurendas oluliselt poogendi jämedust RuterAA (3,43mm). Samuti polnud olulisi erinevusi TrianumP,

Humistari ja kontroll (NPK) vahel. Katse keskel vahekorrad veidi muutusid, aga endiselt olid jämedaimad poogendid kontroll (NPK) ja RuterAA variandis, milledele järgnesid võrdselt Humistar ja TrianumP. Katseperioodi lõpuks (septembris) RuterAA variandi poogendite jämeduskasv peatus ja jäi oluliselt väiksemaks võrreldes kontrolli (NPK), Humistari ja TrianumP-ga. Katse lõpus ilmnis ainult TrianumP (8,44mm) puhul positiivne mõju poogendi jämedusele. Läbivalt kogu kasvuperioodi oli Radifarmiga kastetud poogendid oluliselt peenemad, mille toime eripära võib tulla preparaadi koostisest. Battacharyya jt (2015) on kirjutanud, et biostimulantide mõju taimedele võib sõltuda nii substraadi omadustest ja kasutatud preparaatide koosmõjust, kui ka konkreetse preparaadi valmistamise tehnoloogist. RuterAA koostises olevad mikroelemendid ja vabad aminohapped ergutasid taimi kasvama nii kõrgusesse kui jämedusse. Hilisemas kasvuperioodis, kui preparaadiga taimi enam ei kastetud, kasv aeglustus. Samas TrianumP koostises olevad seemed ei ole nii kiiretoimelised, mistõttu ilmnis mõju alles katseperioodi lõpus. Mölder (2012) on väljatoonud, et seente tegevuseks sobib pH-vahemik 5,5...8, samas langeb mikroorganismide aktiivsus ka liiga aluselises keskkonnas. Kasvusubstraadi pH-d meie katse alguses ei mõõdetud. Katse lõpus mõõdetud pH näitaja oli sobilik TrianuP toimeainele. Awang jt (2009) toob välja, et pH muutused optimaalsest vahemikust kõrgemale või madalamale kahjustavad taime juurestiku, mille tagajärjel väheneb toitainete kättesaadavus. Egiptuses kahel järjestikul aastal (2008-2009) läbiviidud katses oliivipuu (*Olea europaea* L.) selgus, et Peptoni biostimulant, mis sisaldab aminohappeid 0,5%+ mikroorganismide elemente 0,25% oli kõige tõhusam ja andis paremad tulemused (läbivalt kahe aasta jooksul) taime kõrguse, läbimõõdu, oksade arvu ja lehtede arvu näitajatele. (Aml jt 2011).

Lehtede suhteline lämmastiksisaldus, mis väljendub töös SPAD-näiduna, oli kasvuperioodi algul kõikidel variantidel usutavalt erinev olles kõrgem TrianumP (40,1) kastetud taimedel ja madalaim Humistar variandis (34,8). Kasvuperioodil esimesed kolm kuud oli TrianumP kasutamisel oluline positiivne mõju lehtede SPAD näidule. Kasvuperioodi lõpuks oli biostimulantidega kastmisel taimedel suhtelisel lämmastiku sisaldusel oluline negatiivne mõju, jäädes oluliselt madalamaks kui kontroll (NPK) variandis. Välja arvatud RuterAA-ga (54,8) kastmise puhul, mille näit kontroll (NPK) variandist oluliselt ei erinenud. Seda oli näha ka kasvuperioodi lõpus teostatud leheanalüüsides, mis näitasid, et kõrgem N sisaldus oli kontrolli (NPK) ja RuterAA variandi lehtedes ning väikseim Humistar variandis. Samuti oli substraat kõrge orgaanilise aine sisaldusega (üle 70%).

Vastupidiselt meie katsetulemustele näitasid Poolas 2012-2013 läbiviidud põld- ja laborikatseid aminohapete koostisega biostimulantide kasutamisel positiivset mõju talinisu kasvatamisel (Popko jt 2018). Samuti aitas aminohapetel põhinevate preparaatide kasutamine kaasa teravilja toitainete, eriti makrotoitainete nagu Na ja Ca, ning mikrotoitainete nagu Cu ja Mo sisalduse suurenemisele (Popko jt 2018). Chen jt (2004) on leidnud, et humiinainete põhiste preparaatide (meie katses Humistar) mõju ei ole otsene, vaid kaudne kuna soodustab mullast erinevate toitelementide (eriti mikroelementide Fe, Zn, Mn ja nitraatide) omastamist muutes raskesti omastatavad ühendid taimedele omastatavateks. Seega kui mullas vastavad elemendid puuduvad või on vähe, siis on ka humiinainete põhiste preparaatide toime puudulik või tagasihoidlik. Tagasihoidlik toime võib tulla sel juhul ka sellest kui preparaat ise sisaldab erinevaid makro – ja mikroelemente. Samuti on oluline mulla orgaanilise aine sisaldus ning pH vaheline seos. Humiinhappe andmine madala orgaanilise aine sisaldusega mullale või toitelahusele andis parima kasvumõju. Kõrge orgaanilise aine sisaldusega mulla puhul oli mõju väike või isegi negatiivne (Lee ja Bartlett 1976). Humiinainete mõju kasvule läbi soodsama toiteelementide omastamise (eriti Fe ja Zn), sõltub pH-st ja oluline on mõju just kõrgema pH (üle 7) juures kui mikroelementide omastamine on raskendatud (Chen jt 2004).

Selliste tulemusteni jõudmine näitab selgelt, et biostimulantide kasutamisel tuleks eelkõige tähelepanu pöörata taimes toimuvatele looduslikele protsessidele ja mineraalsele toitumisele (eriti mikroelementidele) ning seejärel alles otsustada konkreetse biostimulandi kasutamise vajadus. Samuti näitasid katsetulemused sarnaselt mujal maailmas läbi viidud katsetega, et kõrge orgaanilise aine sisaldusega mulla puhul jääb humiinainete põhise preparaadi mõju taimede kasvule tagasihoidlikuks või lausa negatiivseks.

TrianumP koostises olevate mikroorganismide mõju ilmnes alles katseperioodi lõpus, mille võis põhjustada eelnevad soojad suvekuud mai-august (vt joonis 6) ning kastmisvajaduse suurenemine. Kasvuperioodi lõpus olid kasvutingimused optimaalsed. Kuna mikroorganismide suurim mõju on muld-taim ökosüsteemil, siis eelpool toodud näitajad sõltuvad omakorda taimede võimest toiteelemente omastada (Vabrit 2001, Olle, Williams 2013a,b). Näiteks aedoaga neljal järjestikusel aastal korraldatud katse, kus seemnete töötlemisel kasutati T. viride tüve T13-6RC (meil katses TrianumP) turba-spooripreparaati, näitas, et mullaseene mõju aedubade kogusaagile oli aastati kõikuv ja sõltus suurel määral katseaasta ilmastikust (Merivee jt 1997).

Meie katses olnud Radifarm mõju oli kõige väiksem, mis võis olla tingitud selle preparaadi koostises olevatest aminohapetest ning nende päritolust. Cerdán jt (2009) uuring näitas, et aminohapete päritolu võib mõjutada toote efektiivsust. Katses töödeldi tomatitaimi kahe taimse ja ühe loomse päritoluga aminohappeid sisaldava preparaadiga, mille lõpptulemused olid erinevad. Miflin (1976) aga tuvastas, et taimse päritoluga aminohapped soodustasid taimede kasvu. Radifarm koostises olevate aminohapete päritolu (taimne või loomne) ei olnud meie katses teada. Bulgari jt (2019) toob välja, et arvestades biostimulantide tootmiseks kasutatavate erinevate toorainete ja lõpptoote komponentide heterogeense segu keerukust ning varieeruvat iseloomu, võib see omakorda mõjuda kindla toime omistamist taimedel.

Vees lahustuvate soolade sisaldust kasvupinnases on võimalik määrata tema elektrijuhtivuse kaudu. Mida suurem on ionide kontsentratsioon vesilahuses, seda kõrgem on tema elektrijuhtivus (Mölder 2012). Elektrijuhtivuse (EC) näidu järgi sai oletada mullas olemasolevate toitainete sisaldust, kuna EC näit on niiskes mullas kõrgem (Eesti Taimekasvatuse..., 2015), mis võis olla ka põhjuseks miks nende variantide taimed olid juunis ka madalama kõrgusega. EC suurenes juulis, olles kõrgem Radifarmiga kastetud variandis. Põhjuseks soojad ja kuumad ilmad, mis kastmisvajadust suurendasid. Kasvuperioodi lõpuks EC oluliselt vähenes, olles kõrgem vaid Humistariga kastetud variandis. Põhjuseks on taimede kasvuperioodil suurenenud lehe kasvupind, kuna vihmutsüsteemi kaudu antud kastmisvesi langes otse lehepinnale ning mulda jõudis seega väiksem kogus vett. On leitud, et kõrgem EC tase pärsib taimede kasvu, kuna vähendab mulla bioloogilist aktiivsust, mis omakorda mõjutab taime kasvule negatiivselt. Substraadi pH ja EC on kaks peamist tegurit, mis määravad kasutatava substraadi sobivuse dekoratiivtaimede kasvatamisel (Caballero jt 2007).

Toiteelementide omastamisel on oluline kasvusubstraadi reaktsiooni pH, kuna see mõjutab oluliselt toiteelementide omastamist taimes (Joonase 1986, Kärblane jt 1996). Meie katses määrati kasvusubstraadi pH neutraalsoola leotisest (pH_{KCl}) järgi. Kasvusubstraadi pH_{KCl} jäi vahemikku (6,96-7,18), mis on optimaalne vahemik neutraalsele kasvusubstraadile, milles taimed kasvasid.

Lehtede lämmastiksisaldus oli kõikides variantides piisav võrreldes optimaalse (1,7-2,5) vahemikuga. Kuna mikroorganismid saavad osa vajalikest toiteelementidest mulla orgaanilise aine lagunemisel ning lisaks kasutavad veel juurde antud väetistes sisalduvaid

toiteelemente (Joonase 1986) siis võib järeldada, et lisa lämmastiku saadi juurde taimede kastmisest kuumuse perioodil (mai-august), kuna kastmisvesi sisaldas samuti (N) komponenti.

Lehtede fosforisisaldus oli kõikides variantides kõrgem (0,3 – 0,4). võrreldes optimaalse (0,15 – 0,3) vahemikuga, mis võis olla tingitud fosforikülluse tõttu. Kärblane jt (1996) on välja toonud, et fosfori ülekülluses kasvavate taimede vegetatsiooni periood lüheneb, mille tagajärjel lüheneb samuti kasvuperiood, mis võib isegi viia taime-ja saagi valmimiseni. Samuti on fosfori ülekülluses raskendatud mõningate mikroelementide (Zn, Cu) omastamine. Fosfori omastamist mõjutab samuti kasvusubstraadi temperatuur (Joonase 1986, Kärblane 1996).

Lehtede kaaliumisisaldus oli kõikides variantides kõrgem (2,1 – 2,5) võrreldes optimaalse (1,2 – 1,9) vahemikuga. Kuna (K) ei kuulu taime keemiliste ühendite koostisesse, siis on (K) vajalik eelkõige vee omastamisel. Samuti on hea valgustuse ja temperatuuril vahemikus 20°C...25°C juures kaaliumitarve taimedel minimaalne. Õhuniiskuse vähenemine soodustab aga kaaliumi kogunemist taime (Joonase 1986).

Lehtede kaltsiumi sisaldus oli kõikides variantides (2,1 – 2,6) kõrgem võrreldes optimaalse (1,5 – 2,0) vahemikuga. Kaltsiumil on taimede toitumisel eriline tähtsus toitekeskkonna reguleerimisel (Kärblane jt 1996). Liigne kaltsium taimes võib olla tingitud kasvusubstraadi leelistumisest, mille tulemusena ei saa taim kätte enam (R) rauda ja (B) boori (Joonase 1986).

Lehtede magneesiumi sisaldus oli kõikides variantides (0,25 – 0,35) piisav võrreldes optimaalse (0,25 – 0,35). Kuna kõiki taimi kasteti kuumuse perioodil (mai-august) tihedamini ning taimede väetamine toimus samuti sama graafiku alusel, võis olla põhjuseks, miks makroelementide näitajad kõrgemad olid.

Kasvusubstraadi toiteelemendid olid viirpuule mullast kättesaadavad. Mulla lämmastikuisaldus oli kõikides variantides piisav. Kõrgem näitaja oli Humistar variandis. Samuti olid kõrgemad ka teised toiteelementide näitajad: P, K, Ca ja Mg. RuterAA soodustas N omastamist, Radifarm K, Humistar K ja Ca omastamist.

Berlyn ja Sivaramakrishnan (1996) leidnud, et biostimulandid töötavad kõige paremini vee, külma, toitainete või abiootilise stressi all olevate taimede puhul. Taimed, mis on tugevalt väetatud ja hästi kastetud on biostimulatides leiduvate ühendite mõju väiksem.

2019 ilmunud artiklis on Bulgari jt tähelepanu juhtinud biostimulantide toimemehanismidele, kus ta toob välja et olukorra teeb keerukamaks taimede, bakterite ja taimste biostimulantide kategooriasse kuuluvate ainete liialt suur arv. Näitena on ta toonud kaks erinevat taimset preparaati, mis on küll sarnases kategoorias, aga nende toime biostimulandina on täiesti erinev ning samuti võib biostimuleeriv toime omakorda sõltuda veel abiootilise stressi iseloomust ja raskusastmest.

KOKKUVÕTE

Antud uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada nelja erineva biostimulandi: Humistar, TriantumP, Radifarm ja RuterAA kastmise mõju üheemakasele viirpuule (*C. monogyna*) poogitud tõmbilehise viirpuu (*C. laevigata*) sordi `Paul`s Scarlet` kasvule.

Katsetulemustest selgus, et:

- Biostimulantidel ei olnud kasvuperioodil läbivalt ühesugune mõju üheemakasele viirpuule poogitud tõmbilehise viirpuu sordi `Paul`s Scarlet` kasvule. Kohati oli mõju negatiivne.

Biostimulantidega kastmine ei soodustanud viirpuu poogendi kasvu. Võrreldes kontroll variandiga oli mõju pigem negatiivne. Läbivalt oluliselt madalama poogendi kõrguse ja väiksema jämedusega olid Radifarmiga kastetud taimed. SPAD-näidule oli oluline positiivne mõju ainult TriantumP puhul. Läbivalt oluliselt madalam SPAD-näit oli Humistariga kastetud taimedel. EC oli kõrgem Radifarmiga kastetud variandis. Kasvuperioodi lõpuks EC oluliselt vähenes, olles kõrgem vaid Humistariga kastetud variandis. 2018.a. katsetulemuste põhjal ei saa katses kasutatud biostimulantide kasutamist üheemakasele viirpuule poogitud tõmbilehise viirpuu sordi `Paul`s Scarlet` istikute kasvatamiseks soovitada.

Katse teine hüpotees leidis aga kinnitust:

- Biostimulantidega kastmine soodustas viirpuu istikute N, K ja Ca omastamist substraadist järgmiselt: RuterAA soodustas N omastamist, Radifarm K, Humistar K ja Ca omastamist.

Selliste tulemusteni jõudmine võis olla tingitud taimede kasvuperioodil valitsenud ebaühtlasest temperatuurist, eelkõige kuum suve periood, mis katses olnud preparaatide mõju vähendasid. Samuti võis mõjutada istikute kasvu, kehvasti valitud kastmissüsteem, mis toiteelementide sisaldust veelgi suurendas. Soovitusi ettevõtetele ühe aasta põhjal anda ei saa. Soovitav on teha biostimulantidega lisauuringuid, koostöös Eesti Maaülikooliga, mille alusel saaks tuvastada biostimulantide sobivust Eesti tingimustes.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Abner, O.** (2017). Aasta puu viirpuu ja selle liikide levimine aianduses. *Tallinna Botaanikaaed* [veebileht] <http://botaanikaaed.ee/uudis/aasta-puu-viirpuu-ja-selle-liikide-levimine-aianduses>.
- Aml, R.M.Y., Mostafa, E.A.M., Saleh, M.M.S.** (2011). Response of olive seedlings to foliar sprays with amino acids and some micro elements. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2(7). pp. 1108-1112.
- Awang, Y., Shaharom, A.S., Mohamad, R.B., Selamat, A.** (2009) Chemical and physical characteristics of cocopeat based media mixtures and their effects on the growth and development of *Celosia cristata*. *Agric Biol.* (4). pp. 63–71.
- Baltic Agro. Humistar.** [veebileht] <http://www.balticagro.ee/vaetised/humistar> (11.03.2018).
- Barcham Trees.** [veebileht] <https://www.barcham.co.uk/> (17.07.2019).
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithiviraj, B.** (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196. pp 39 – 48.
- Berlyn, G.P., Sivaramakrishnan, S.** 1996. The use of organic biostimulants to reduce fertilizer use, increase stress resistance, and promote growth. *USDA Forest Service- General Technical Report PNW* pp. 106-112.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., Ferrante, A.** (2015). Biostimulants and crop responses: a review, *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*, 31:1, pp. 1-17.
- Bulgari, R., Franzoni, G., Ferrante, A.** (2019). [veebileht] <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/6/306/htm> Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions. Department. *Agronomy* 2019 Nr 9(6), 306.
- Caballero, R., Ordovas, J., Pajuelo, P., Carmona, E., & Delgado, A.** (2007). Iron chlorosis in gerbera as related to properties of various types of compost used as growing media. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 38: pp. 2357–2369
- Caliskan, O., Bayazit, S., Gunduz, K.** (2015) Hawthorn species from Turkey and potential usage for horticulture. *Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture*, Antakya, Hatay, Turkey. pp. 330-336.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W.** (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1-2), pp. 3–41.
- Cerdán, M., Sánchez-Sánchez, A., Oliver, M., Juárez, M., Sánchez-Andreu, J.J.** (2009). Effect of foliar and root applications of amino acids on iron uptake by tomato plants. *Acta Hortic* 2009. 830, pp. 481–488.

- Chen, Y., Clapp, C.E. & Magen, H.** (2004). Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes, *Soil Science and Plant Nutrition*, 50:7, pp. 1089-1095.
- Dirr, Michael A.** (2009). Manual of Woody Landscape Plants. Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture, Propagation and Uses. Champaign. *Stipes Publishing Company* 1983, 826. pp. 336-338.
- EBIC** (2018) Innovative green technologies are at the heart of the biostimulants business. [veebileht] <http://www.biostimulants.eu/benefits-of-biostimulants/knowledgeinnovation/> (11.01.2018).
- EBIC** (2018). [veebileht] <http://www.biostimulants.eu/> (11.02.2019).
- Eesti Taimakasvatuse Instituut** (2015). Eesti Maaülikool, Põllumajandusuuringute keskus. Erinevate viljelusmeetodite rakendusteaduslik kompleksuuring Riikliku programmi "Põllumajanduslikud rakendusuuringud ja arendustegevus aastatel 2009–2014" projekti lõpparuanne. Saku. 128 lk.
- Eestikeelsete taimenimede andmebaas** (2018). Index of Estonian Plant Names. [veebileht] <http://taimenimed.ut.ee/> (02.02.2019).
- Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus** (EL) 2019/1009, (EÜ) nr 1069/2009 ja (EÜ) nr 1107/2009 (EÜ). OJ L 170, 25.6.2019, pp. 1–114 [veebileht]) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX:32019R1009> (12.06.2019).
- Higa, T.** (1991). Effective microorganisms: a biotechnology for mankind. In: Parr, J.F., Hornick, S.B., Whitman, C.E. (Eds.), *Proceedings of 1st Kyusei Nature Farming*. October 17–21, 1989. pp. 8–14.
- Higa, T., Parr, J.F.** 1994. Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. *INFRC* (International Nature Farming Research Center), Atami, Japan, p 16 .
- Horticom OÜ** (2018). [veebileht] <http://horticom.ee/tooted/kasvustimulaatorid> (12.11.2018)
- Jardin, d.P.** (2015). Plant biostimulators: Definition, concept, main categories and regulation. *-Scientia Horticulturae*. Volume 196, 30 Nov. 2015, pp. 3-14.
- Joonase, O.** (1986). Katmikkultuuride väetamine. Valgus. (64 lk).
- Juhanipuukool** (2018). [veebileht] <http://www.juhanipuukool.ee/> (12.02.2018)
- Kelting, M.P., Harris, J.R., Appleton, B.L. & Niemiera, A.X.** (1997). Effects of soil amendments and biostimulants on the post-transplant growth of landscape trees. MSc Thesis, Department of Horticulture, Virginia Polytechnic Institute and State University. 1997. 51. pp.1-47.
- Kosobucki, P. & Buszewski, B.** (2015). *Natural Organic Matter in Ecosystems - a Review. Nova Biotechnologica et Chimica*, 13(2). pp 109–129.

- Kärblane, H.** (1996). Taimede toitumise ja väetamise käsiraamat. Tallinn. (283 lk).
- Laas, E.** (1998). Viirpuud Eestis, nende kasvatamine ja kasutamine. Tartu. AS Atlex. (131 lk).
- Laiche, A. J., Jr.** (1991) Evaluation of humic acid and slow release fertilizers on container-grown landscape plants. *Research Report, South Mississippi Branch Exp. Stn.* 16 (7). p 13.
- Lee, Y.S., Bartlett, R.J.** (1976): Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Science of America Journal*, 40. pp. 876–879.
- Lisiecka, J.** (2011). The effect of animal protein hydrolysate on quantity and quality of strawberry daughter plants cv. 'Elsanta'. *Hortorum Cultus*, 10. pp. 31–40.
- Loodla, K., Tillmann, E., Kallis, A., Pärj, R., Vint, K., Juust, E., Krabbi, M., Šišova, V.** (2018). Eesti meteoroloogia aastaraamat. 2018, 102 lk.
- Looga, K.** (2019). Erinevate biostimulaatorite kasutamise mõju mahe musta sõstra (*Ribes nigrum* L.) saagikusele ja marjade biokeemilisele koostisele. *Magistritöö aianduse eriala*. Eesti Maaülikool.
- Maksimov, N.A.** 1952. Kuidas elab taim. *Eesti Riiklik Kirjastus*. 74 lk.
- Merivee, A., Põldma, P., Pae, A.** (1997) Mullaseene *Trichoderma viride* mõju aedoa saagikusele avamaa tingimustes. *Akadeemilise Põllumajanduse Seltsi Toimetised* 11, (lk. 63-66).
- Miflin, B.J.; Lea, P.J.** (1976). The pathway of nitrogen assimilation in plants. *Phytochemistry* 1976, 15, pp. 873–885.
- Mölder, A.** (2012). Haljasalade kasvupinnased ja multšid. Luua. 28 lk.
- Olle, M.** (2013a). Efektiivsete mikroorganismide mõju köögiviljade saagile, kvaliteedile ja säilivusele. *Aiandusfoorum 2013*, lk 10–13.
- Olle, M., Williams, I. H.** (2013b). Effective microorganisms and their influence on vegetable production – a review. – *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 88 (4), pp. 380–386.
- Pai, B.** (2017) Väetamise mõju küüslaugu taimede arengule ja saagi kujunemisele. *Bakalaureusetöö aianduse eriala*. Eesti Maaülikool.
- Pettit, E.** (2012). Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid, and humin. [veebileht] <http://www.humates.com/pdf/ORGANICMATTERPettit.pdf> (10.03.2019)
- Popko, M., Michalak, I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K., Górecki, H.** (2018). Effect of the New Plant Growth Biostimulants Based on Amino Acids on Yield and Grain Quality of Winter Wheat. *Molecules*, 23(2), 470. [veebileht] <https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-the-New-Plant-Growth-Biostimulants-Based-Popko-Michalak/ab624f26ff3da2e2349a4e3294b45ab62b8b4f95>
- Pulk, M.** (2015). Biostimulantide mõju sibula saagikusele ja saagi kvaliteedile. *Magistritöö aianduse eriala*. Eesti Maaülikool.

- Razzak, S. A., Hossain, M. M., Lucky, R. A., Bassi, A. S., Lasa, H.** (2013). Renewable and Sustainable Energy Reviews. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 27, pp. 622 – 653.
- Reinik, J., Irha, N., Pau, U., Nurk, A.** (2018). Vetikaekstrakti filterkoogist ja rannalt korjatud vetikate tormiheitest granuleeritud väetise valmistamise protsessi ning retseptuuri väljatöötamiseks. *Projekti lõpparuanne. A*, pp. 5-7.
- Ricci, M., Tilbury, L., Daridon, B., Sukalac, K.** (2019) General Principles to Justify Plant Biostimulant Claims. *Front. Plant Sci.* 10:494. [veebileht] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00494/full> (11.06.2019)
- Righetti, T.L., K.L. Wilder, K.L, Cummings G.A.** (1990) Plant Analysis as an Aid in Fertilizing Orchards. 3rd ed. Madison, WI: *SSSA Book Series 3*, 1990, pp. 563–602.
- Roheline aed** (2018). [veebileht]) <http://www.rohelineaed.ee/index.php?page=172> (12.05.2018)
- Szydło, W., Pacholczak, A.** (2008). Effect of biopreparation Asahi SL and fertilizer Osmocote 5-6M on growth of *Hydrangea arborescens* ‘Anabelle’. *Horticulture and Landscape Architecture* . 31, 2010, pp. 3–9.
- Vabrit, S.** (2001). Pealtväetamise ja *Trichoderma viride* mõjust üheaastaste dekoratiivtaimede arenemisele avamaal. *Agraarteadus*, 2001 (4): 248-255.
- Viljavuuspalvelu** (1997). Viljavuustutkimuksen tulkinta avomaan puutarhaviljelyssä. *Viljavuuspalvelu Oy*. pp. 21.

LISAD

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Ülle Väik, (sünnipäev 05/01/1970)

annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Biostimulantide kasutamine viirpuu (*Crataegus* Jacq. em. Lindm.) istikute kasvatamisel, mille juhendaja on Leila Mainla PhD,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu,

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)